



SAVONIA

Puujätteistä valmistettujen polttoaineiden laatuluokitus- selvitys ja laadunhallintaohje Kuopion jätekeskukselle

Joni Göös

Opinnäytetyö

26.4.2012 Kuopio

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Joni Göös			
Työn nimi Puujätteistä valmistettujen polttoaineiden laatuluokitus selvitys ja laadunhallintaohje Kuopion jätekeskukselle			
Päiväys	26.4.2012	Sivumäärä/Liitteet	54/13
Ohjaajat Päätoiminen tuntiopettaja Teemu Räsänen, Jätekuukko Oy:n toimitusjohtaja Arto Ryhänen, Kuopion jätekeskuksen käyttöpäällikkö Pekka Hyvärinen ja työnjohtaja Saku Pietikäinen			
Toimeksiantaja Jätekuukko Oy			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Biopolttoaineiden käytön lisääminen on Suomen energiastrategian keskeisimpiä tavoitteita. Biopolttoaineiden jatkuvasti kasvava käyttöaste energiantuotannossa lisää puupolttoaineiden kysyntää ja tuo mahdollisuuksia puumateriaalien hyödyntämiseen. Myös puujätteen tuotantoa biopolttoaineeksi ollaan lisäämässä. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda jätekeskusolosuhteisiin soveltuva puujätteen laatuluokitusmalli. Työn tavoitteena oli selvittää jätepuusta valmistettujen puumurskeiden ominaisuuksia ja käyttömahdollisuuksia energiantuotannossa, sekä vertailla puujätteen laadunhallintakäytäntöjä muiden jätehuoltoyritysten välillä.</p> <p>Laatuluokituksen perusteella laadittiin puujätteistä tuotetuille polttoaineille tuoteselosteet, kyseistä toimintaa ohjaava laadunhallintaohje sekä lajiteluohjeet puujätteille. Eri puumurskelaaduista otettiin näytteet, jotka analysoitiin laboratoriossa. Kiinteiden biopolttoaineiden laatuluokitukset todennettiin standardin SFS- EN 14961-1 mukaisesti ja kierrätyspolttoaineiden käyttäen standardia SFS- EN 15359. Biopolttoaineen laadunvarmistukseen käytettiin apuna standardia SFS-EN 15234-1. Opinnäytetyössä käytettyjen standardien lainaukset on julkaistu Suomen Standardisoimisliiton SFS ry:n luvalla.</p> <p>Puujätteesta valmistettujen polttoaineiden yksilölliset tuoteselosteet ovat hyödyksi polttoaineen markkinoinnissa, toimivat dokumenttina laadunhallinnasta ja osoittavat polttoaineen laadun ominaisuuksineen. Puujätteen laadunhallintaohje on tarkoitettu jätekeskuksen henkilöstön ja kaupakumppaneiden käyttöön. Laadunhallintaohje ohjaa jakamaan vastaanotetun puujätteen bio- ja kierrätyspolttoaineluokkiin, jolloin polttoaineen tuottaminen, laadunvalvonta ja toimittaminen energiantuotannon polttoaineeksi helpottuvat.</p>			
Avainsanat puujäte, biopolttoaine, kierrätyspolttoaine, laatuluokitus, laadunhallinta			
Luottamuksellisuus Julkinen, osa liitteistä vain tilaajan käyttöön.			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author Joni Göös			
Title of Thesis Quality Classification Report and Quality Management Instruction on Fuels Manufactured from Waste Wood at Kuopio Waste Center			
Date	26 April 2012	Pages/Appendices	54/13
Supervisors Mr Teemu Räsänen, Full-Time Lecturer, Mr Arto Ryhänen, CEO, Mr Pekka Hyvärinen, Operations Manager, Mr Saku Pietikäinen, Supervisor			
Client Organisation Jätekkukko Ltd			
<p>Abstract</p> <p>Increasing the use of biofuels is the main objective of Finland's energy strategy. The growing use of biofuels in energy production increases the demand for wood fuel and provides opportunities for the utilization of different types of wood material. Producing biofuels from waste wood is also growing. The aim of this final project was to create a quality rating model for waste wood suitable for waste centers and find out properties and possible uses in energy production of wood fuels produced from waste wood and compare the practices of quality management between different waste management companies.</p> <p>According to the quality rating model product declarations for wood fuels, quality management instructions and sorting instructions for waste wood were made. Samples were taken from different wood fuels which were analyzed in the laboratory. Quality ratings for solid biofuels were made using the SFS- EN 14961-1 standard and for recovery fuels with the SFS- EN 15359 standard. The quality assurance was made using the SFS- EN 15234- 1 standard.</p> <p>Product declarations and grades drawn up on wood fuels will facilitate the marketing of fuels and they will act as the document of quality management and show the quality of fuel. The quality management instruction is intended for the staff at the waste center and trade partners. The quality management instruction will help to classify waste wood to biofuel grades and recovery fuel grades facilitating the production of wood fuels and quality management.</p>			
Keywords Waste wood, biofuel, recovered fuel, quality rating, quality management			
Public, some appendices are confidential			

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin Jätekukko Oy:lle kevään 2012 kuluessa. Haluan kiittää koko Jätekukko Oy:n henkilökuntaa, sekä erityisesti yhtiön toimitusjohtajaa Arto Ryhästä, jätekeskuksen käyttöpäällikköä Pekka Hyväristä ja työnjohtajaa Saku Pietikäistä, joiden avustuksella työ saatettiin tavoitteen mukaiseen lopputulokseen.

Haluan esittää myös nöyrimmät kiitokset saamastani tuesta ja yhteistyöstä ohjaavalle opettajalleni Teemu Räsäselle sekä opiskelutovereilleni, joiden kanssa kuljettu opintotaival on ollut mieleenpainuva ja kokemisen arvoinen.

Suurin kiitos kuuluu perheelleni ja ystäväilleni, jotka ovat tukeneet sekä kannustaneet minua opinnäytetyön edetessä.

Kuopiossa 26.4.2012

Joni Göös

SISÄLTÖ

MÄÄRITELMÄT

1	JOHDANTO	10
1.1	Tavoitteet.....	10
1.2	Työn toteuttaminen.....	11
2	KUOPION JÄTEKESKUS	12
3	PUUJÄTTEITÄ JA SEN KÄSITTELYÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ JA STANDARDIT .	14
3.1	Suomen jätepoliittiset tavoitteet	14
3.2	Ympäristönsuojelulaki (2000/86)	15
3.3	Jätelaki (646/2011)	15
3.4	EU:n jätedirektiivi (2008/98/EY)	17
3.5	EU:n jätteenpolttodirektiivi (2000/76/EY)	18
3.6	Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta (362/2003)	18
3.7	Standardit	19
4	PUUJÄTE POLTTOAINEENA ENERGIAN TUOTANNOSSA	20
4.1	Kiinteän puun käyttö polttoaineena.....	20
4.2	Puun tärkeimmät ominaisuudet poltettaessa.....	20
4.3	Puupolttoaineen tehollinen lämpöarvo.....	21
4.3.1	Puupolttoaineen tehollisen lämpöarvon määräytyminen	21
4.3.2	Puupolttoaineen tehollisen lämpöarvon laskeminen	21
4.4	Puujätteessä esiintyvät epäpuhtaudet	22
4.5	Puun polton päästöt	23
5	PUUN POLTON YLEISIMMÄT TEKNIIKAT	24
5.1	Polttotekniikan lähtökohdat	24
5.2	Leijupolttolaitteisto	24
5.3	Arinapolttolaitteisto	25
6	PUUJÄTTEEN KÄSITTELY KUOPION JÄTEKESKUKSELLA.....	27
6.1	Puujätteet jätekeskusolosuhteissa	27
6.2	Puujätteen vastaanotto.....	29
6.3	Puujätteen lajittelu ja varastointi	30
6.4	Puujätteen käsittely.....	31
6.4.1	Murskauslaitteisto	31
6.4.2	Murskatut puupolttoaineet ja hyötykäyttömateriaalit.....	32
6.5	Puumurskeen laadunvalvonta.....	32
7	PUUJÄTTEIDEN LAATULUOKITUKSET JÄTEKESKUKSELLA.....	34
7.1	Puujätteen ja -murskeen laatuluokitusperusteet.....	34

7.2 Biopolttoaineeksi soveltuvat puupolttoaineet	37
7.3 Kierrätyspolttoaineiksi soveltuvat puupolttoaineet.....	38
7.4 Tuoteselosteiden laatiminen puumurskeille	39
7.4.1 Tuoteselosteet ja niiden käyttötarkoitus	39
7.4.2 Tuoteselosteen sisältö ja päivittäminen	40
8 KUOPION JÄTEKESKUKSEN PUUJÄTTEIDEN LAADUNHALLINTAOHJE	41
8.1 Laadunhallintaohjeen tarkoitus ja tavoitteet.....	41
8.2 Laadunhallintaohjeen sisältö.....	42
9 PUUJÄTTEESTÄ TUOTETUN POLTTOAINEEN HYÖDYNTÄMINEN	43
9.1 Voima- ja lämpölaitosten vastaanottovaatimukset puupolttoaineille.....	43
9.2 Puujätteissä yleisimmin esiintyviä haittoja poltto-olosuhteille	44
9.3 Laboratorioanalyysitulosten mukaisia huomioita polttoaineen käytössä	46
10 PUUJÄTTEEN KÄSITTELYN EROJA JÄTEHUOLTOYHTIÖIDEN VÄLILLÄ	47
10.1 Puujätteiden hallinnasta laaditun kyselyn tavoitteet	47
10.2 Yhteenveto kyselylomakkeista saaduista vastauksista.....	47
11 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO	50
LÄHTEET	52

LIITTEET

Liite 1 Puujätteen lajitteluohje laatuluokittain

Liite 2 Tuoteselostepohja kierrätyspuulle, kemiallisesti käsittelemättömän puumurske

Liite 3 Tuoteselostepohja kierrätyspuulle, kemiallisesti käsitelty puumurske

Liite 4 Tuoteselostepohja metsätähdemurskeelle, risumurske

Liite 5 Tuoteselostepohja kierrätyspolttoaineelle, kemiallisesti käsitelty puumurske

Liite 6 Jätehuoltoyhtiöille lähetetty kysely puujätteiden hallinnasta

Liite 7 Puujätteiden hallinnan vertailun yhteenveto kyselyn vastauksista

Liite 8 Kiinteiden biopolttoaineiden luokittelu, SFS- EN 14691- 1

Liite 9 Puumurskeen laatuluokat, SFS-EN 14961- 1

Liite 10 Puumurskeiden laboratorio tutkimustulokset (Vain tilaajan käyttöön)

Liite 11 Puujätteiden laadunhallintaohje (Vain tilaajan käyttöön)

MÄÄRITELMÄT

Biopolttoaine

Biomassasta, kuten puusta tai turpeesta tuotettua polttoainetta jonka tuotantoon tai käyttöön ei sovelleta jätteenpolttoasetusta. Biopolttoaineita poltetaan pääsääntöisesti seospolttoaineina energiantuotannon polttoprosesseissa.

Epäpuhtaus (puun)

Partikkeli, kemikaali tai muu ei-toivottu aine tai esine, joka ei normaalisti esiinny luonnon puussa. Epäpuhtaudet ovat mekaanisia tai kemiallisia, kuten metalli, pinnoitusaineet, betoni, liimat ja hiekka.

Kemiallinen käsittely

Mikä tahansa materiaaliin kohdistunut kemikaalikäsittely ilmaa, lämpöä tai vettä luokun ottamatta (SFS- EN 14588.)

Kierrätyspolttoaine

Polttoaine, joka on valmistettu yhdyskuntien ja yritysten polttokelpoisista, kiinteistä ja syntypaikalla lajitelluista ja murskatuista jätteistä. Kierrätyspolttoaineiden käyttöön ja valmistukseen sovelletaan jätteenpolttoasetusta, koska niitä saa polttaa vain jätteenpolttoon suunnatuissa polttolaitoksissa.

Kierrätyspuu

Biopolttoaineeksi luokiteltava puhdas puutähdde tai käytöstä poistettu puu tai puutuote, johon ei sisälly muovipinnoitteita tai halogenoituja orgaanisia yhdisteitä eikä raskasmetalleja. Termi vastaa CEN:n termiä käytöstä poistettu puu tai puutuote (SFS- EN 14588.)

Kyllästetty puu

Kyllästetyn puun kestävyyttä on lisätty kemikaaleilla ja se luokitellaan ominaisuuksiensa puolesta vaaralliseksi jätteeksi. Vaarallisen jätteen poltossa noudatetaan jätteenpolttoasetusten erityisvaatimuksia.

Orgaaniset halogenoidut yhdisteet

Fluoria (F), klooria (Cl), bromia (Br) tai jodia (I) sisältäviä ympäristölle tai terveydelle haitallisia yhdisteitä.

Polttoaineen tuoteseloste

Asiakirja, jonka tuottaja/ toimittaja on päivittänyt ja allekirjoittanut jälleenmyyjää tai loppukäyttäjää varten ja jossa eritellään määritetyn toimituserän alkuperä ja raaka-aineen lähde, kauppanimike ja ominaisuudet (SFS- EN 14588.)

Purkupu

Käytöstä poistettu puu, jota syntyy purettaessa rakennuksia tai tie- ja vesirakennustyön rakennelmia. Yleisten käytäntöjen mukaan ei luokitella kierrätyspuun joukkoon, vaan kuuluu kierrätyspolttoaineisiin. (SFS- EN 14588.)

Puubiomassa

Puista ja pensaista peräisin oleva biomassa. Määritelmä kattaa metsä- ja viljelyspuun, puunjalostusteollisuuden sivutuotteet ja tähteet sekä käytöstä poistetun puun tai puutuotteen (SFS- EN 14588.)

Puuhake

Tiettyyn palakokoon haketettu puubiomassa, joka on valmistettu mekaanisesti haketuskalustolla käyttäen apuna sen leikkaavia teriä. Puuhakkeen palojen muoto ja koko vaihtelevat käytetystä kalustosta ja haketettavasta materiaalista.

Puujäte, jätepuu

Puujätteellä tai jätepuulla tarkoitetaan käytöstä poistettua puuta, joka voidaan kierrättää tai vaihtoehtoisesti hyödyntää energiaksi polttamalla. (SFS- EN 14588.)

Puumurske

Puupolttoainetta, jolla on vaihteleva palakoko/ partikkelikoko ja – muoto ja joka on valmistettu siten, että puu murskataan tylpillä työkaluilla, kuten teloilla, vasaroilla tai ”varstoilla” (SFS- EN 14588.)

Puupolttoaine

Puupolttoaine on polttoaineena käytettävää biomassaa eli biopolttoainetta, joka on peräisin puun rungosta, oksista tai juurista. Puuhun sitoutunut energia hyödynnetään polttamalla, jolloin siitä saadaan lämpöä tai sähköä yhdessä tai erikseen.

REF

Recovered Fuel on mekaanisella käsittelyprosessilla valmistettu ja ominaisuuksiensa mukaan luokiteltu kierrätyspolttoaine. Standardissa (SFS 5875) luokittelu tapahtuu laadun mukaisiin polttoaineluokkiin, joita ovat REF I, REF II ja REF III.

1 JOHDANTO

1.1 Tavoitteet

Bioenergia on yleisin primäärienergian lähde Suomessa. Biopolttoaineista tärkeimpiä ovat puupohjaiset polttoaineet, joiden osuus on 22 % maamme energian kokonaiskulutuksesta. Biopolttoaineiden jatkuvasti kasvava käyttöaste energiantuotannossa lisää puupolttoaineiden kysyntää ja tuo mahdollisuuksia puumateriaalien hyödyntämiselle. Myös puujätteen tuotantoa biopolttoaineeksi ollaan lisäämässä, vaikka puujätekaupan ympärillä liikkuukin näkemyseroja eri osapuolten välillä. (Alakangas ja Wiik 2008, 9; Tilastokeskus, Energiankulutus 2010.)

Jäte kukko Oy on osakaskuntiensa omistama jätehuolto-yhtiö, joka perustettiin vuonna 2001 tarjoamaan toimialueelleen lakisääteiset jätehuoltopalvelut. Yhtiön päätehtävänä on tuottaa jätehuollon palvelutehtävät osakaskuntiensa puolesta, kehittää jätehuoltopalveluitaan valtakunnallisten jätehuoltotavoitteiden mukaan, sekä vastata asiakkaidensa tarpeisiin ylläpitäen toimivaa palveluverkostoa. Yhtiön palveluverkostoon kuuluvat toimialueella keskitetysti kilpailutetut jätekuljetuspalvelut, kotitalouksien käyttöön suunnatut ekopisteet ja vaarallisten jätteiden keräyspisteet, jätehuollon palveluneuvonta, sekä osakaskuntien paikalliset jäteasemat ja Kuopion Jätekeskus. (Jäte kukko Oy 2010, 2.)

Opinnäytetyön tavoitteena on laatia Kuopion jätekeskuksen käyttöön puujätteistä tuotetuille polttoaineille tuoteselosteet, kyseistä toimintaa ohjaava laadunhallintaohje sekä uuden käytännön mukaiset puujätteiden lajitteluohjeet. Työn tavoitteena on selvittää jätepuusta valmistetun biopolttoaineen käyttömahdollisuuksia lähialueen voima- ja aluelämpölaitoksissa, sekä vertailla puujätteen laadunhallintakäytäntöjä muiden jätehuolto-yhtiöiden välillä. Puujätteestä valmistettujen polttoaineiden yksilölliset tuoteselosteet ovat hyödyksi polttoaineen markkinoinnissa, toimivat dokumenttina laadunhallinnasta ja osoittavat polttoaineen laadun ominaisuuksineen. Tavoitteena on pyrkiä jätekeskusolosuhteissa jakamaan vastaanotettu puujäte bio- ja kierrätyspolttoaineluokkiin, jolloin polttoaineen tuottaminen, sen laadunvalvonta ja toimittaminen energiantuotannon polttoaineeksi yksinkertaistuisi huomattavasti.

1.2 Työn toteuttaminen

Työ sisältää teoriaosuuden, jossa perehdytään puujätteiden hallintaa ja polttoa koskeviin lainsäädäntöihin, tutustutaan jätepuuhun polttoainekäytössä, selvitetään lähtökohdat bio- ja kierrätyspolttoaineiden luokitteluperusteisiin ja -käytäntöihin, sekä vertaillaan käytäntöjä puujätteiden laadunhallinnassa jätehuoltoyhtiöiden välillä. Työssä kuvaillaan puujätteen ominaisuuksia, sen käsittelyä polttoaineen tuotantovaiheessa ja käyttöä polttoaineena. Pyrkimyksenä on selvittää käyttöperusteet ja -mahdollisuuksia puuta polttoaineenaan käyttävistä voima- ja aluelämpölaitoksista, kun kyseessä on puujätteistä tuotettua biopolttoainetta.

Työn käytännön osuuksina suoritetaan näytteenotot tuotetuista puumurskeista, analysoidaan laboratoriossa tehdyt tutkimustulokset ja laaditaan niiden perusteella tuoteselosteet puumurskeluokille. Puupolttoaineiden laatuluokituksessa sovelletaan VTT:n laatimaa tutkimusraporttia *Käytöstä poistetun puun luokittelu ja hyvien käytäntöjen kuvaus*, jossa puujätteen tunnistamiselle luoduilla kriteereillä voidaan osoittaa ja erotella biopolttoaineeksi soveltuva puujäte sellaisesta puujätteestä, jonka haitta-ainepitoisuudet epäpuhtauksineen ylittävät annetut raja-arvot ja luokitellaan kierrätyspolttoainekäyttöön. (Alakangas ja Wiik 2008, 2.)

Puupolttoaineiden laatuluokituksessa selvitetään onko puujätteestä tuotettu polttoaine laadultaan biopolttoainetta, jätteenpolttoasetuksen alaista kierrätyspolttoainetta vai vaarallista jätettä. Kokonaisuudesta, eli puujätteiden käsittelystä ja puupolttoainetuotannosta tuoteselosteineen laaditaan laadunhallintaohje Kuopion jätekeskukselle.

2 KUOPION JÄTEKESKUS

Jätekkukko Oy:n toimialueeseen kuuluu 18 kuntaa, joista asukasmääriltään suurimpina Kuopio, Pieksämäki ja Siilinjärvi. Aukkaita yhtiön toimialueella on noin 210 000. Henkilökuntaa Jätekkukko Oy:n palveluksessa vuoden 2011 lopussa oli 49, joista määräaikaaisessa työsuhhteessa 19 henkilöä. Henkilöstö sijoittuu Jätekkukko Oy:n organisaatiossa johtoryhmän, taloushallinnon, logistiikan, asiakaspalvelun, viestinnän sekä Kuopion jätekeskuksen ja paikallisten jäteasemien osastoihin. (Jätekkukko Oy 2010, 2.)

Kuopion kaupunki perusti Heinälamminrinteellä sijaitsevan jätekeskuksen vuonna 1992. Jätekkukko Oy:n hallintaan jätekeskus siirtyi vuonna 2001, josta eteenpäin se on palvellut käyttäjiään jätteen käsittely- ja loppusijoitusalueena. (Jätekkukko Oy 2006, 8.) Jätekeskuksen alueella toimii yhtiölle tärkeitä yhteistyökumppaneita, kuten BIMU Oy (jätekeskuksen koneurakointi), Ekokem Oy Ab (ongelmajäteasema), Kuopion Energia Oy (hakevarasto), Vapo Oy (mullan valmistus), EnvrioNet Oy (biojätteen siirtokuormaus) ja L&T Biowatti Oy (biopolttoaineterminaali).

Kuopion jätekeskus sijaitsee noin 15 kilometriä Kuopion keskustasta lounaaseen. Jätekeskuksen käytössä on toimintansa harjoittamiseen pinta-alaltaan noin 140 hehtaarin maa-alue, joka on vuokrattu Kuopion kaupungilta vuoteen 2050 saakka. (Jätekkukko Oy 2006, 8-9.) Jätekeskuksen alue jakautuu useaan toiminnalliseen alueeseen, joita ovat pienkuormien lajittelualue Pikkukukko, lajittelu- ja murskauskenttä, loppusijoitusalue, hyötyalue, maa- ja kiviaines-kenttä, biojätteen siirtokuormausasema ja kompostointikenttä. Jätekeskuksen toiminnallinen alue on havainnollistettu ilmakuvalla kuvassa 1.

Jätekeskuksen alueelle sijoittuvat myös yhtiön oma toimistorakennus, Ekokem Oy Ab:n ongelmajäteasema, biokaasupumppaamo, jätevesien tasausallas, sekä huolto- ja varastohalleja. Jätekeskuksen aluetta ympäröi harvaan rakennettu, metsävaltainen maasto, josta lähin astus ulottuu noin kilometrin päähän. Merkittävin vesistöalue, Kallaveden Haminalahti sijaitsee noin 1,6 kilometrin päässä jätekeskuksesta. Alueen läheisyyteen ei sijoitu tärkeitä pohjavesialueita. (Jätekkukko Oy 2006, 8-9.)

Kuopion jätekeskus vastaanottaa vuosittain 150 000–170 000 tonnia jätettä. Vastaanotettu jätemäärä koostuu pääosin tuotantotoiminnan jätteistä (kaupan- ja teollisuudenjätteet), rakennusjätteistä, yhdyskuntajätteistä, sekä jätteeksi luokiteltavasta maa- ja kiviaineksesta. Jättemäärien lisääntymisestä huolimatta, loppusijoitukseen päätyvän jättemäärän osuus on ollut jatkuvassa laskussa. Syynä loppusijoitettavan

jätteen vähenemiselle ovat jäteperäisen polttoaineen valmistaminen kehittämällä jätteen murskausta ja tehostunut jätemateriaalien hyötykäyttö. (Jätekukko Oy 2010, 17.)



Kuva 1 Ilmakuva Kuopion jätekeskuksen toiminnallisesta alueesta. Kuva Jätekukko Oy 2011.

3 PUUJÄTTEITÄ JA SEN KÄSITTELYÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ JA STANDARDIT

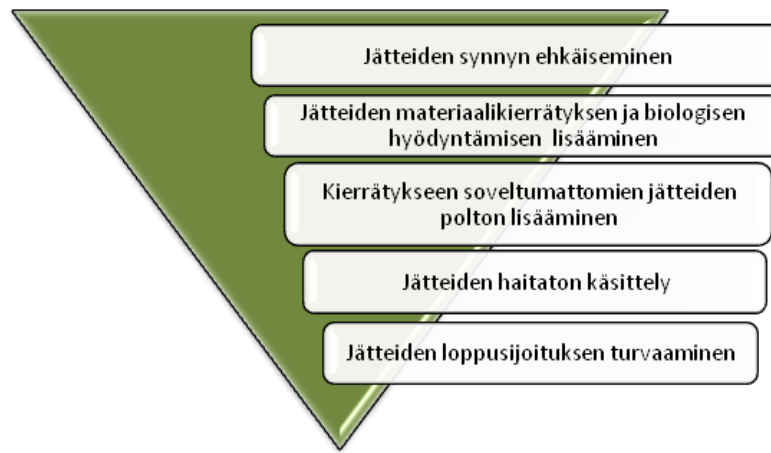
3.1 Suomen jätepoliittiset tavoitteet

Ympäristöministeriön mukaan Suomen jätepolitiikan tärkeimpinä tavoitteina on ”*edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä sekä ehkäistä ja torjua jätteistä terveydelle ja ympäristölle aiheutuvaa haittaa*”. Suomi noudattaa samalla EU:n jätepoliittisia yleistavoitteita, komission hyväksymän jätestrategian, sekä jätteen synnyn ehkäisyn ja kierrätysstrategian mukaisesti. Valtakunnallinen jätesuunnitelma periaatteineen ja tavoitteineen hyväksyttiin valtioneuvoston toimesta vuoteen 2016 saakka. Jätesuunnitelma sisältää toimet ja keinot, joilla suunnitelman tavoitteisiin tullaan yltämään. Alueelliset ympäristökeskukset ovat laatineet jätesuunnitelmat omille toimialueilleen. (Ympäristöministeriö 2011 a.)

Suomen ja Euroopan jätestrategiassa mainittavat pääperiaatteet ovat jätteen tuottamisen ja haitallisuuden ehkäiseminen, jätteen tuottajan vastuu jätehuoltokustannuksista, yleinen tuottajavastuu jätehuollossa, jätteiden ja niistä aiheutuvien vaarojen ennakointi, jätteiden käsittely lähellä syntypaikkaansa, sekä jokaisen jäsenmaan omavaraisuus jätteiden käsittelyssä. EU:n jäsenmaiden välille pyritään saaman jätealan yhteinen lainsäädännöllinen perusta käsitteineen, määritelmineen ja periaatteineen, sekä vertailukelpoista tietoa ja tilastoja jätteiden käsittelystä. (Ympäristöministeriö 2011 a.)

Jätesuunnitelman mukaisia tavoitteita kuvaa viisiportainen etusijajärjestys, johon on luokiteltu tärkeysjärjestyksessä ylhäältä alaspäin keskeisimmät tavoitteet. Jätteiden synnyn vähentämiseen pyritään parantamalla materiaalitehokkuutta ja kierrätystä edistetään lisäämällä uusiomateriaalien käyttöä. Kaavio jätesuunnitelman mukaisesta etusijajärjestyksestä on esitetty kaaviossa 1. (Ympäristöministeriö 2011 b.)

Kokonaisvaltaisena tavoitteena jätesuunnitelmalla on, että vuoteen 2016 mennessä yhdyskuntajätteestä kierrätetään 50 %, ohjataan energiatuotantoon 30 % ja loppusijoitetaan kaatopaikoille korkeintaan enää 20 %. Myös puuperäisten tuotteiden käyttöä, kierrätystä, polttoaineeksi valmistamista, sekä varsinaista polttoa ja loppusijoitusta jätteenkäsittelykeskuksille ohjaavat lainsäädäntö, asetukset, standardit sekä direktiivit. Puujätteiden käsittelyä ja polttoa ohjaavia tekijöitä ja velvoitteita käsitellään tämän kappaleen seuraavissa osissa. (Ympäristöministeriö 2011 b.)



Kaavio 1 Valtioneuvoston hyväksymän valtakunnallisen jättesuunnitelman viisiportainen etusijajärjestys. (Ympäristöministeriö 2011 b.)

3.2 Ympäristönsuojelulaki (2000/86)

Ympäristönsuojelulaki (2000/86) käsittelee ympäristön pilaantumista, siihen liittyviä velvoitteita sekä määräyksiä. Laki sisältää säännökset maaperän, ilman ja vesien suojelusta. Lakia pidetään ympäristön pilaantumisen torjunnan yleislakina, jonka tavoitteena on muun muassa ympäristön pilaantumisesta aiheutuvien haittojen poistaminen ja vähentäminen sekä terveellisen, monimuotoisen ja viihtyisän ympäristön turvaaminen. Laissa säädetään myös jätteiden synnyn ja niiden haitallisten vaikutusten ehkäisemisestä, ympäristöä pilaavan toiminnan vaikutusten arvioinnin tehostamisesta, luonnonvarojen kestävästä käytöstä edistämistä, sekä ilmastomuutoksen torjumista ja kestävästä kehityksestä tukemista. Ympäristönsuojelulakia sovelletaan toimintaan, josta aiheutuu tai saattaa aiheutua ympäristön pilaantumista ja toimintaan, jossa syntyy jätettä tai käsitellään sitä.

3.3 Jätelaki (646/2011)

Uusi jätelaki (646/2011) ja siihen liittyvät muut lait vahvistettiin kesäkuussa 2011 ja ne astuvat voimaan 1.5.2012. Jätealan lainsäädännön kokonaisuudistuksen taustalla oli lainsäädännön ajanmukaistaminen vastaamaan jäte- ja ympäristöpolitiikan painotuksia sekä EU-lainsäädännön vaatimuksia.

Jätelaki (646/2011) on keskeisin osa Suomen jätelainsäädäntöä, jota tukevat jätelasetukset ja valtioneuvostonasetukset jätealan ympärillä. Jätelainsäädännön tarkoitus on ennaltaehkäistä jätteestä ja jätehuollosta aiheutuvia vaaroja ja haittoja niin terveydelle, kuin ympäristölle. Tavoitteena on myös vähentää jätteen määrää ja sen haitallisuutta, edistää jätteen hyödyntämistä ja luonnonvarojen kestävämpää käyttöä. Laki toimii perustana jätehuollon toiminnalle ja velvoittaa roskaantumisen ehkäisemistä, sekä puhdistamaan jo roskaantuneet alueet. Lakia sovelletaan jätteeseen, jätehuoltoon ja roskaantumiseen, mutta myös sitä kautta tuotteisiin ja toimintaan, joista jätettä syntyy. Laki määrittelee muun muassa vastuut jätteen käsittelyn eri vaiheissa.

Jätelain tavoitteiden mukaan jäte on ensisijaisesti pyrittävä hyödyntämään aineena ja vasta toissijaisesti energiana. (646/2011) Esimerkiksi puujätteen tila olisi näin ollen arvioitava ja lajiteltava ensisijaisesti hyötykäyttöön, ennen käsittelyään energiatuotantoon. Kaatopaikoille jäte voidaan sijoittaa vain, jos sen hyödyntäminen on muuten teknisesti tai taloudellisesti mahdotonta. Jätteen haltijan on tiedettävä hallinnassaan olevan jätteen laji, määrä, laatu, alkuperä ja jätehuollon kannalta merkitykselliset ominaisuudet terveys- ja ympäristövaikutuksineen. Jätteen ammattimaisten kerääjien sekä kuljettajien vastuuna on tehdä jäteilmoitus alueellisille elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksille (ELY-keskukset), joka sisältää yritystietojen lisäksi tiedot hyödynnettävistä tai käsiteltävistä jätelajeista, niiden laadusta, määrästä ja alkuperästä sekä tiedot jätteen käsittely- ja hyödyntämismenetelmistä.

Jätelain kokonaisuudistuksen myötä tulleita uudistuksia ovat pakkausten tuottajavastuun laajentuminen täydeksi tuottajavastuuksi ja jätteen määritelmiin tulleet muutokset. Uudistuksen myötä käytöstä poistettu esine voi lakata olemasta jätettä, kun se täyttää lain mukaiset ehdot kriteereineen. Käytöstä poistetun aineksen tai tuotteen hyödyntäminen tai jatkokäsitleminen riippuu määritelmästä, onko kyseessä aines vai sivutuote. (Ympäristöministeriö 2011 c.)

3.4 EU:n jätedirektiivi (2008/98/EY)

EU:n jätedirektiivi pyrkii edistämään jätteen synnyn ehkäisyä, uudelleenkäyttöä ja kierrätystä, sekä yhtenäistämään ja yksinkertaistamaan EU:n toimialueen jätealan säädöksiä. EU:n jätedirektiivi vahvistaa tavoitteen mukaisen jätehierarkian, jossa yhtenevä jättepolitiikka noudattaa pääpiirteittäin kaaviossa 1 esitettyä tärkeysjärjestystä, jonka päätavoitteena on jätteen synnyn ehkäiseminen ja viimeinen vaihtoehto sen loppusijoittaminen kaatopaikalle. (Ympäristöministeriö 2008.)

Jätedirektiivi selventää jätteen määritelmää ja pyrkii yhtenäistämään jäsenmaiden jättepolitiikkaa. Direktiivissä säädetään muun muassa arviointiperusteet, joiden mukaan voidaan päättää, milloin tietty jäte lakkaa olemasta jätettä. Yksinkertaistettu määrittely sivutuotteen kriteereistä, sekä jätteeksi luokittelun päättymisestä helpottaa kierrätyskäytäntöjä. (Ympäristöministeriö 2008.)

Jätedirektiiviin asetettu tavoite on saada vuoteen 2020 mennessä kierrätysaste 50 %:n yhdyskuntien hyötyjätteiden osalta. Vaarattoman rakennus- ja purkujätteen kierrätysasteen tavoite on asetettu 70 %:n. Jäsenvaltioiden vastuu on ylläpitää kansallisia jätehuoltosuunnitelmia ja jätteiden synnyn ehkäisyn ohjelmia, jotka noudattavat direktiivin linjaa. Suomessa jätedirektiivin vaatimukset ja noudattaminen on huomioitu uusimalla jätelaki ja siihen liittyvät kansalliset asetukset. (Ympäristöministeriö 2011 b.)

Jätteen kierrätys on määritelty EU:n uusitussa jätedirektiivissä (2008/98/EY) ”*hyödyntämistoimeksi, jossa jätemateriaalit käsitellään tuotteiksi, materiaaleiksi tai aineiksi joko alkuperäiseen tarkoitukseen tai muihin tarkoituksiin. Siihen sisältyy eloperäisen aineksen uudelleen käsittely, mutta ei energian hyödyntäminen eikä uudelleen käsittely materiaaleiksi, joita käytetään polttoaineena tai maankäyttötoimiin*”.

Jatkossa käytännöt keskittyvät puujätteen synnyn ehkäisyyn, uudelleenkäyttöön ja kierrättämiseen energiantuotannon sijasta. Muun muassa EU-jätehierarkian ja jätedirektiiviasetusten tavoitteiden mukaisesti rakennusjätteen hyödyntämisen painopiste siirtynee puun osalta jatkossa energiakäytöstä kierrätykseen. Jätehierarkian mukainen tärkeysjärjestys alkaa vaikuttaa säännöksissä, tavoitteissa sekä lupakäytännöissä ja sen toteutus pyritään ohjaamaan jätteen synnyn ehkäisyyn ja kierrätykseen. Jätehierarkian noudattamista säädetään lain yleiseksi velvollisuudeksi, jota voisi hyödyntää muun muassa ympäristölupaharkinnassa ja palkita sertifioituista ympäristöjärjestelmistä. (Ympäristöministeriö 2011 a.)

3.5 EU:n jätteenpolttodirektiivi (2000/76/EY)

EU:n direktiivin mukaista jätteenpolttodirektiiviä (2000/76/EY) sovelletaan poltto- ja rinnakkaispolttolaitoksiin, joissa poltetaan kiinteää tai nestemäistä jätettä, joka jätelaissa (1.5.2012 saakka 1072/1993) määritetään jätteeksi. Jätteenpolton tekniikalle, päästöille ja niiden seurannalle asetetaan tiukat vaatimukset. Tavoitteena on ehkäistä ja rajoittaa jätteen poltosta aiheutuvia ympäristö- sekä terveyshaittoja.

EU:n jätteenpolttodirektiivi (2000/76/EY) asettaa jäsenmaiden jätteenpolttolaitoksille päästöraajat ja velvoittaa ne jatkuvaan seurantaan. Päästörajoitukset ja seuranta ohjeistetaan tietyille raskasmetalleille, kuten lyijy ja elohopea. Tavoitteet on mahdollista saavuttaa asettamalla riittävän tiukat toimintaedellytykset ja tekniset vaatimukset, sekä vahvistamalla yhtenäiset päästöjen raja-arvot polttolaitoksille. Suomessa vaatimukset on pantu käytäntöön valtioneuvoston jätteenpolttoasetuksella. Polttolaitoksen tulee täyttää jätteenpolttodirektiivin perustuvan, jätteen polttamisesta annetun valtioneuvoston asetuksen vaatimukset.

Puun energiapolton kannalta on huomioitava, ettei jätteenpolttodirektiiviä sovelleta biomassaan tai puhtaaksi luokiteltuun puujätteeseen. Jätteenpolttoasetuksen piiriin kuuluu puujäte, joka puunsuoja-ainekäsittelyn tai pinnoituksen seurauksena sisältää haitallisia yhdisteitä, kuten orgaanisia halogenoituja yhdisteitä tai raskasmetalleja. Myös rakennus- ja purkujätteeksi luokiteltuun puujätteeseen sovelletaan jätteenpolttoasetusta. Jätteenpolttoasetus asettaa ja tarkentaa kierrätyspolttoaineen ja ongelmajätteen poltolle suunnatut erityiset vaatimukset.

3.6 Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta (362/2003)

Suomessa Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta (362/2003) on EU:n jätteenpolttodirektiivin mukainen, jätteen polttoja ohjaava asetus jätteen käsittelystä ja hyödyntämisestä. Jätteenpolttoasetusta sovelletaan poltto- tai rinnakkaispolttolaitokseen, jossa poltetaan kiinteää tai nestemäistä jätelaissa (646/2011) määriteltyä jätettä. Polttolaitosten on asetusten mukaan toimittava siten, ettei jätteiden toimittamisesta tai vastaanottamisesta koidu haittaa ympäristölle, jolloin pilaantuminen maaperää, pohja- tai pintavesiä kohtaan on estettävä. Lisäksi asetuksissa ohjataan melu-, haju- ja terveyshaitoista aiheutuvien seurausten minimointiin.

Jätteenpolton tekniikalle, päästöille ja niiden seurannalle asetus antaa tiukat vaatimukset. Jätteen polton osalta veloitetaan mahdollisimman täydelliseen palamiseen ja hyvään hyötysuhteeseen. Asetuksissa annetaan suositus jätteen esikäsittelylle, jotta vaaditut ehdot täyttyisivät.

Puun energiapolton kannalta on huomioitava, ettei valtioneuvoston asetusta jätteen polttamisesta sovelleta biomassaan tai puhtaaksi luokiteltuun puujätteeseen.

3.7 Standardit

Kiinteiden biopolttoaineiden laatuluokitukset todennetaan standardin SFS- EN 14961- 1 mukaisesti ja kierrätyspolttoaineiden käyttäen standardia SFS-EN 15359. Biopolttoaineen laatu varmistetaan standardin SFS-EN 15234-1 avulla.

- SFS-EN 14961- 1: Eurooppalaisen standardisarjan EN 14961 Kiinteät biopolttopolttoaineet – Polttoaineiden laatuvaatimukset ja luokat osa 1 sisältää aiheeseen liittyvät yleiset vaatimukset. Standardin tavoitteena on luoda kiinteille biopolttoaineille yksiselitteiset ja selvät luokitteluperiaatteet ja toimia apuvälineenä biopolttoaineiden kaupankäynnissä. (SFS- EN 14961- 1.)
- SFS-EN 15234- 1: Kiinteät biopolttoaineet – Polttoaineen laadunvarmistus. Standardissa määritellään menettelytavat, joilla laatuvaatimukset (laadunvalvonta) täytetään, kuvataan menettelytavat, joilla varmistetaan riittävä luottamus siitä, että biopolttoaine täyttää sitä koskevan spesifikaation vaatimukset (laadunvarmistus). (SFS- EN 15234- 1.)
- SFS-EN 15359: Kiinteät kierrätyspolttoaineet - Vaatimukset ja luokat. ”Standardin tavoite on esittää yksiselitteiset ja selkeät kiinteiden kierrätyspolttoaineiden (SRF) luokitus- ja spesifikaatioperiaatteet. Asiakirjan on tarkoitus toimia työkaluna, joka mahdollistaa kiinteiden kierrätyspolttoaineiden tehokkaan kaupan, edistää niiden hyväksymistä polttoainemarkkinoilla ja lisää kansalaisten luottamusta niihin.” (SFS- EN 15359.)

4 PUUJÄTE POLTTOAINEENA ENERGiantuotannossa

4.1 Kiinteän puun käyttö polttoaineena

Suomessa puun saatavuus ja ilmastolliset olosuhteet tekevät sen polttoainekäytöstä kannattavaa. Biopolttoaine on biomassasta valmistettua polttoainetta, josta saatavan bioenergian käyttöä suositellaan ja ohjataan valtakunnallisesti lisättävän energiantuotannossa. Puuhun sitoutunutta energiaa voidaan hyödyntää polttamalla joko suoraan tai tehokkaammin seospolttona. Molemmissa tapauksissa siitä saadaan tuotettua sähköä tai lämpöä, joko yhdessä tai erikseen. (Metsäntutkimuslaitos 2012.)

Biopolttoaineita polttoprosesseihinsa hyödyntävät energialaitokset vaativat toimintaansa hyvälaatuisia polttoaineita. Kiinteitä puupolttoaineita energiantuotantoonsa hyödyntävät lähinnä teollisuuden ja energiantuotannon lämpö- sekä voimalaitokset. Pienemmissä polttolaitoksissa käyttäjäkuntana ovat lämpöyrittäjien ylläpitämät lämpölaitokset sekä suurkiinteistöt. Energiantuotannossa hyödynnettyihin kiinteisiin puupolttoaineisiin lukeutuvat yleisimmin metsähake, kierrätyspuu, teollisuudesta peräisin oleva sivutuotepuu, sekä puupelletit ja –briketit. (Pirhonen, ym. 2011.)

Energiantuotannossa kierrätyspuun, eli käytöstä poistetun puun tai puutuotteen merkitys ja käytetty osuus jäävät puupolttoaineiden suhteelliseen osuuteen verrattuna vielä vähäiseksi, mutta sen käyttö on ollut jatkuvassa nousussa jo vuosia. (Pirhonen, ym. 2011.)

4.2 Puun tärkeimmät ominaisuudet poltettaessa

Puun alkuainekoostumus muodostuu pääosin hiilestä, vedystä, hapesta ja timestä. Puu sisältää paljon haihtuvia aineita ja vaatii palaakseen suuren palotilan. (Alakangas 2000, 35.) Energiantuotannossa polttoaineille asetetaan tarkkoja vaatimuksia, joten puupolttoaineen tulee olla ominaisuuksiltaan polttoon soveltuvaa. Tärkeimpinä ominaisuuksina pidetään puupolttoaineen kosteuspitoisuutta, puuaineen tiheyttä, kemiallista koostumusta, tuhkapitoisuutta ja näiden mukaan määräytyvää lämpöarvoa. Puupolttoaineen laatu vaihtelee riippuen puun alkuperästä ja sen yleisestä laadusta. Kiinteä polttoaine on koostumukseltaan palavaa ainesta, tuhkaa muodostavia aineita sekä vettä. Tuhkaa muodostava aines ja vesi heikentävät polttoaineen laatua. Poltto-tehoon vaikuttava tärkein osuus on palava aines, joka koostuu hiilestä (C), vedystä (H), timestä (N), rikistä (S) ja hapesta (O). (Laitinen 2005, 4.)

Energiatuotantoon ohjautuvien puupolttoaineiden kosteuspitoisuus voi vaihdella olosuhteista, puun alkuperästä ja käsittelystä riippuen 20- 65 % välillä. Liasta kosteudesta koituu polttolaitoksille polttoteknisiä ongelmia, joten polttoaineen kosteuspitoisuutta pyritään laskemaan ennen käyttöä. Puuaineksen tiheydellä tarkoitetaan sen massaa tilavuusyksikköä kohden. Puuaineen tiheys määräytyy tilavuuden kuivaainemäärän sekä kosteuden mukaan. Puuaineksen kuiva-tuoretiheydellä on lämpöarvoa nostava vaikutus. Tuhka on palamatonta epäorgaanista ainetta, jolla on taipumus alentaa polttoaineen lämpöarvoa ja aiheuttaa myös huolto-, kaatopaikka- ja kiertäyskustannuksia. Seospoltossa puun ja turpeen kesken tuhkasta on puolestaan hyötyä, sillä sen korkean alkalipitoisuuden avulla saadaan luontaisesti rikkipäästöjen osuus laskemaan. Tuhkan osuus polttoaineessa kasvaa, jos puuaines sisältää epäpuhtauksia tai sen kuoripitoisuus on tavallista korkeampi. (Alakangas 2000, 35; Laitinen 2005, 4-5.)

4.3 Puupolttoaineen tehollinen lämpöarvo

4.3.1 Puupolttoaineen tehollisen lämpöarvon määräytyminen

Lämpöarvon määräytyminen puuaineksen muista ominaisuuksista johtuu polttoaineen hiili- vetysuhteesta. Kiinteissä puupolttoaineissa hiiltä on tyypillisesti noin puolet ja vetyä alle 10 % kuivamassasta. Polttoaineen lämpöarvoon vaikuttaa myös kosteus ja puuainesosien paljousuhteet. Tehollisella lämpöarvolla tarkoitetaan poltettaessa vapautuvan lämpöenergian määrää, josta on vähennetty veden höyrystymiseen kuluva energia. Polton hyötysuhde ja tehollinen lämpöarvo ovat sitä korkeampia, mitä kuivempaa polttoon tuotettu biomassa on. (Alakangas 2000, 27.)

4.3.2 Puupolttoaineen tehollisen lämpöarvon laskeminen

Puupolttoaineiden tuoteselosteisiin kirjattu tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (kosteaa polttoainetta) laskettiin kuivan polttoaineen tehollisesta lämpöarvosta käyttäen kaavassa 1 esitettyä yhtälöä. (SFS-EN 14961- 1, 94.)

$$q_{p, \text{net}, ar} = q_{p, \text{net}, d} \times \left(\frac{100 - M_{ar}}{100} \right) - 0,02443 \times M_{ar}, \text{ jossa} \quad (1)$$

q_{p, net, ar}	on tehollinen lämpöarvo vakioaineessa saapumistilassa (MJ/kg), laatu- taulukossa Q
q_{p, net, d}	on kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo vakioaineessa (MJ/kg)
0,02443	on veden (kosteuden) höyrystymisentalpian korjaustekijä 25 °C:ssa (vakioaine) [MJ/kg 1 p- % kosteutta kohti]
M_{ar}	Kokonaiskosteus saapumistilassa [p- %] märkäpainosta

Muihin Suomessa käytettäviin kiinteisiin polttoaineisiin, kuten turve tai kivihiili, verrattuna puupolttoaineen tehollinen lämpöarvo on samaa luokkaa. Puupolttoaineiden tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa vaihtelee tyypillisesti 18,5- 20 MJ/ kg välillä. (Alakangas 2000, 27.)

4.4 Puujätteessä esiintyvät epäpuhtaudet

Puujätteessä esiintyvät epäpuhtaudet on huomioitava käsittelyn jälkeisessä polttoainekäytössä kahdesta syystä, jotka ovat polton yhteydessä muodostuvat päästöt sekä lämpökattilalaitosten tehokas toiminta ja kestävyys tiettyjä haitta-aineita vastaan. Käytöstä poistetussa puussa esiintyy usein epäpuhtauksia, jotka luokitellaan mekaanisiin ja kemiallisiin epäpuhtauksiin. (Alakangas ja Wiik 2008,30.)

Puujätteen mekaanisiin epäpuhtauksiin voidaan jätekeskusolosuhteissa vaikuttaa vastaanottovaiheessa, lajittelussa, varastoinnissa sekä käsittelyn aikana. Mekaanisia epäpuhtauksia ovat muun muassa metallit, muovit, lasi, betoni, kivet ja maa-ainekset. Mekaanisen epäpuhtauden välttäminen, poistaminen tai erottaminen voidaan suorittaa usein tehokkaan erottelun ja polttoaineen tuotannon yhteydessä. Esimerkkeinä mekaanisten epäpuhtauksien välttämisestä ja poistamisesta ovat varastointikentän päällystäminen, käsiteltävien materiaalien suojaaminen, metallien poisto murskauksen yhteydessä magneetinerottimella ja materiaalin seulonta.

(Alakangas ja Wiik 2008, 30.)

Kemiallisia epäpuhtauksia on puolestaan vaikeampi erottaa tai poistaa, sillä usein ne ovat osa puumateriaalia. Puujätteiden kemialliset epäpuhtaudet ovat peräisin niihin

kemiallisesti kohdistetusta käsittelystä, kuten maalaus, lakkaus, liimaus, öljyäminen, vahaus, muut pintakäsittelytavat sekä puunsuoja- ja kyllästysaineiden käyttö. Kemiallisista epäpuhtauksista kloori ja tietyt raskasmetallit ovat haitallisimpia polttolaitosten toiminnalle, joko riskinä polttokattilalle tai poltosta muodostuvina päästöinä. (Alakangas ja Wiik 2008, 30.)

4.5 Puun polton päästöt

Bioenergian käytössä päästöt syntyvät sen tuotannon ja käytön aikaisista toimista, joita ovat: polttoaineen tuotanto, kuljetus, ja varastointi, sekä sen jalostus ja käyttö. Puun poltosta aiheutuvien päästöjen määrä ja laatu määräytyvät käytetyn polttoaineen laadusta sekä sen palamisolosuhteista. Puupolttoaineet ovat vähäisten typpi- ja rikkipäästöjensä myötä huomattavasti ympäristöystävällisempiä, kuin fossiiliset polttoaineet. Puu on uusiutuva energianlähde, eikä sen käyttö tunnetusti lisää hiilidioksidipäästöjä. Puun poltossa syntyvä hiilidioksidi on osa hiilen luontaista kiertokulkua, jossa vapautunut hiili sitoutuu takaisin uusiutuvan puuston biomassaan. (Bioenergiapörssi 2012.)

Kiinteiden polttoaineiden poltto synnyttää hiukkaspäästöjä. Hiukkaset ovat peräisin palamattomasta polttoaineesta, epäpuhtauksista ja epäorgaanisesta tuhkasta. Pääosin mineraaliaineksista koostuva tuhka sisältää myös hiiltä palamattomassa muodossa. Mineraaliaineksiin kuuluvat muun muassa raskasmetallit, rauta ja alumiinit. Palamisen yhteydessä syntyvään lentotuhkaan sitoutuu usein myös PAH- yhdisteitä. (Alakangas 2000, 35.)

Vähärikkisenä polttoaineena puuta verrataan turpeeseen tai kivihiileen. Poltossa syntyvät rikkidioksidi (SO_2) ja rikkitrioksidi (SO_3), eli rikinoksidipäästöt ovat peräisin polttoaineen rikistä. Pääosin rikki vapautuu kaasuun, mutta pieni osa sitoutuu tuhkaan ja kulkeutuu siitä eteenpäin. Puuaineessa typpeä on alle 0,5 %, joten sen typpi-pitoisuutta voidaan pitää pienenä. Typenoksideja (NO_x) syntyy polttoaineeseen sitoutuneen typen hapettuessa ja korkeissa lämpötiloissa suoraan palamisilman tuestä. (Alakangas 2000, 35.)

5 PUUN POLTON YLEISIMMÄT TEKNIIKAT

5.1 Polttotekniikan lähtökohdat

Polttolaitteita ja – tekniikoita on kehitetty soveltuviksi erilaisten polttoaineiden polttominaisuuksille. Polttolaitteiston tehtävänä on saada polttoaine palamaan mahdollisimman tehokkaasti, jotta polttoaineeseen sitoutunut kemiallinen energia vapautuu lämmöksi. Palamisen hyötysuhteen parhaaseen tehoon päästään polttoaineen täydellisellä palamisella, jolloin ilmaylimäärä jää mahdollisimman pieneksi. Palamistapahtuman on tapahduttava tasaisesti ja haluttua polttotehoa on voitava säätää. (Huhminen ym. 2000, 126.)

Täydellinen palaminen edellyttää vähintään 900 °C lämpötilaa ja riittävästi happea. Epätäydellinen palaminen jättää savukaasuihin palamisen välituotteina hiilimonoksidia ja hiilivetyjä, esimerkiksi PAH- yhdisteitä. Orgaaniset yhdisteet ovat peräisin polttoaineen haihtuvista aineista, jotka eivät pala täydellisesti. Puumateriaaleissa näiden haihtuvien aineiden osuus on jopa 75- 85 %. (Alakangas 2000, 31.)

Itä-Suomen alueella on useita polttolaitoksia, jotka hyödyntävät energiantuotannossaan puupolttoaineita. Pohjois-Savon alueella, Kuopion jätekeskuksen läheisyydessä puupolttoaineita käyttäviä polttolaitoksia löytyy pääsääntöisesti jokaisesta kunnasta. Lähialueen suurimpia, energiantuotannon parissa toimivia yhtiöitä ovat Kuopion Energia Oy, Savon Voima Oyj ja Fortum Power and Heat. Potentiaalisia polttolaitoksia biopolttoaineiden käytölle ovat myös kattilatehoiltaan pienemmät aluelämpölaitokset ja teollisuuslaitoksien polttokattilat. Polttolaitokset asettavat käyttämilleen polttoaineille tiukat kriteerit, joten polttoaineen tuottajan on kyettävä osoittamaan biopolttoaineen laatu tarkasti. Polttolaitoksen kokoluokka ja kattilatyypin sanelevat sen kuinka paljon polttoainekriteereissä voidaan joustaa.

Puun perinteiset polttotavat kattilalaitoksissa ovat leiju-, arina- ja kaasutuspoltto, joista kaksi ensimmäistä esitellään lyhyesti tämän kappaleen seuraavissa osissa.

5.2 Leijupoltto

Leijupoltto on viime vuosina laajalti yleistynyt polttotekniikka, jonka etuna on mahdollisuus polttaa eri polttoaineita, samoissa kattiloissa ja hyvällä hyötysuhteella. Yleisimmät leijupolton tekniikat ovat kerros- ja kiertoleijupoltto. Leijupoltto lukeutuu ympäristöystävällisten polttotapojen joukkoon puhuttaessa kiinteistä polttoaineista, sillä

palamislämpötilan ollessa alhainen ($< 950\text{ }^{\circ}\text{C}$) tuhka ei pehmene tai pääse sulamaan kattilan pohjalle haitaten polttotapahtumaa. Myös typenoksidipäästöt jäävät vähäisiksi ja rikinpoisto on helppoa. (Jalovaara, ym. 2003.)

Palaminen leijupoltossa tapahtuu leijupedissä, joka muodostuu kiinteästä sekä leijutettavasta petimateriaalista, polttoaineesta, ilmasta, mahdollisesta kalkkikivestä ja palamisen tuloksena syntyvästä savukaasusta. Leijupolton periaatteena on saada polttoaine sekoittumaan kuumen leijutushiekan kanssa, jolloin aineen- ja lämmönsiirto on tehokkaimmillaan. Kun polttoaine sekoittuu kuumaan leijuvaan hiekkapetiin, se kuivuu nopeasti ja lämpenee syttymislämpötilaan. Hiekkapedin leijutus kattilassa tapahtuu puhaltamalla sopivalla nopeudella ilmaa sen läpi. (Huhtinen ym. 2000, 155.)

Leijupoltto voidaan toteuttaa kierto- tai kerrosleijupolttona. Kiertoleijupoltossa leijuhiukkaset kulkeutuvat pois tulipesästä, kun taas kerrosleijupoltossa hiukkaset pysyvät leijukerroksessa polton ajan. Kiertoleijuteknikka vaatii toimiakseen tulipesän jälkeisen syklonin, jonka avulla leijuhiukkaset erotellaan ja ohjataan takaisin tulipesään. (Huhtinen ym. 2000, 157-162.)

Polttoaineen syöttö toteutetaan kerrosleijupoltossa leijupedin, eli kerroksen päälle ja kiertoleijussa syklonin palautuskanavaan. Tulipesässä polttoaine palaa määrättyllä leijutuskorkeudella kuumen, sekä leijuvaan kiintoainesuspension seassa. Palamisilma kattilaan ohjataan yleensä useammassa vaiheessa. Primäärinen polttoilma ohjataan kattilaan leijupedin alta. (Huhtinen ym. 2000, 157-162.)

Leijupolttotekniikka ei vaadi polttoaineelle tarkkaa esikäsittelyprosessia, joten polttoaineelle sallitaan myös huonolaatuisuutta ja laatuvaihteluja määrien sekä nopeuksien suhteen. Leijupoltossa käytetyn hiekkapedin korkea lämpökapasiteetti mahdollistaa kosteiden ja lämpöarvoltaan heikompien polttoaineiden polttamisen hyvällä palamis- hyötysuhteella. (Huhtinen ym. 2000, 157-162.)

5.3 Arinapoltto

Arinapoltto on perinteinen ja kiinteille polttoaineille, kuten puulle, turpeelle sekä kivihiilelle soveltuva polttotapa höyrykattiloissa. Uudemmat polttotekniikat ovat syrjäyttäneet arinapolttoon perustuvia ratkaisuja suuremmissa polttolaitoksissa, mutta alle 5 megawatin lämpölaitoksissa arinapoltto on edelleen yleisin polttomenetelmä. Arinapoltto tapahtuu kattilan pohjalla sijaitsevan arinan päällä ja polttotekniikat jae-

taan kahteen luokkaan, jotka ovat kiinteä ja mekaaninen arinapoltto. (Huhtinen ym. 2000, 146.)

Arinapoltossa periaatteena on syöttää polttoaine arinan päälle, jota pitkin se etenee palamisen yhteydessä. Polttoprosessi tapahtuu kiinteiden biopolttoaineiden palamisvaiheiden mukaan, eli polttoaine kuivuu, jota seuraa pyrolyysi sekä kaasuuntuminen ja lopuksi jäännöshiilen palaminen. Polttoaine on ennen syttymistään lämmitettävä syttymislämpötilaansa. Arinalla olevaan palamattomaan polttoaineeseen siirtyy lämpöä esilämmitetystä palamisilmasta, kuumasta tulipesästä ja palavasta kuumasta polttoainekerroksesta. (Huhtinen ym. 2000, 152.)

Arinan alkupäässä kosteus poistetaan säteilylämmöllä. Kosteuden poisto nostaa polttoaineen lämpötilaa ja aloittaa haihtuvien aineiden pyrolysoitumisen. Polttoaineeseen syötetään polttoilmaa arinan läpi ja haihtuvien kaasujen palamistilaan ilmaa polttoaineen yläpuolelta. Palaminen etenee arinalla olevassa polttoaineessa, josta lopuksi palavat jäännöshiili sekä syntyvät kaasut. Kun polttoaine on palanut, jäljelle jäänyt tuhka tippuu kattilan pohjatuhkajärjestelmään. (Huhtinen ym. 2000, 147-151; Jalovaara, ym. 2003, 30.)

Mekaaninen arina eroaa kiinteästä arinasta siten, että se liikkuu ja soveltuu paremmin suurempiin kattilalaitoksiin. Liikkuvalla arinalla mahdollistetaan polttoaineen tehokkaampi sekoittuminen ja siirtyminen. Kiinteässä arinaratkaisussa ilma virtaa polttoaineeseen arinan välistä ja polttoaineen syöttö on hoidettu koneellisten syöttösiilojen kautta. Suuremmissa arinakattiloissa palamislämpöä kontrolloidaan pääosin vesijäähdytteisesti. Pienemmissä laitoksissa jäähdytys voidaan suorittaa käyttämällä primääri-ilmaa. (Jalovaara, ym. 2003, 30.)

Arinapoltossa erilaiset lämpötilavaihtelut eri osissa arinaa ovat yleisiä, josta johtuen palaminen on usein epätäydellistä. Oikein säädettynä arinapolttoprosessi kestää hyvin polttoaineen lämpöarvojen, tuhkapitoisuuden ja kosteuden vaihtelut. (Jalovaara, ym. 2003, 30.)

6 PUUJÄTTEEN KÄSITTELY KUOPION JÄTEKESKUKSELLA

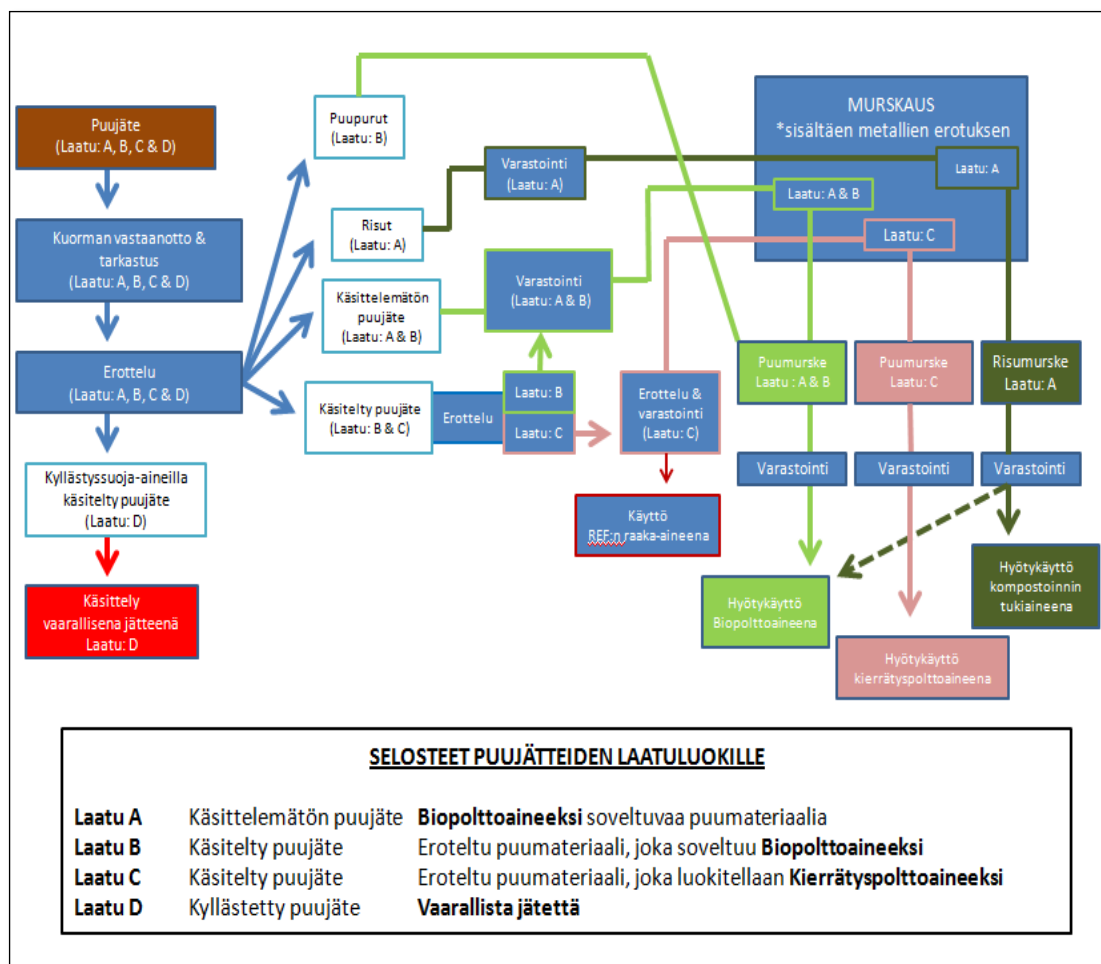
6.1 Puujätteet jätekeskusolosuhteissa

Karkeasti jaotellen puukaupassa käytetään kolmea luokkaa, jotka ovat käsittelemätön puu, käsitelty puu ja kyllästetty puu. Suurin osa Suomen markkina-alueella myytävästä puutavarasta on käsittelemätöntä puuta. Elinkaarensa päässä, jätteenä jätteenkäsittelykeskukselle päätynyt puu on useimmiten tavalla tai toisella käsiteltyä. (Alakan-gas ja Wiik 2008, 15.)

Puujätteiden vastaanotto, varastointi ja käsittely Kuopion jätekeskuksella hoidetaan Itä-Suomen aluehallintoviraston myöntämän ympäristöluvan mukaan. Jätekuukko Oy:n tavoitteena on hyödyntää energiana jätteet, joiden hyödyntäminen materiaalina muulla tavoin on teknisesti ja taloudellisesti mahdotonta. Itä-Suomen aluehallintoviraston myöntämä ja voimassa oleva ympäristölupa sallii lajiteltavien jätejakeiden osalta hyötykäytön, joka pätee myös puujätteiden käsittelyyn ja sen murskaamiseen energiantuotannon polttoaineeksi. (Jätekuukko Oy 2010 b.)

Jätekeskuksen vastaanottamista ja sieltä lähtevistä puujätteistä, niiden hyödyntämisestä ja käsittelystä, sekä valvonnasta on pidettävä kirjaa. Hyödynnettävät jätteet, kuten puujäte on varastoitava siten, etteivät ne muutu laadultaan hyötykäyttöön kelpaamattomiksi jättemateriaaleiksi. Jätteet on varastoitava päällystetyllä alueella, sekoittamatta niitä toisiinsa. Jätekeskuksen loppusijoitusalueelle ei saa sijoittaa erilliskerättyä, hyödyntämiskelpoista jätettä, kuten puuta. (Jätekuukko Oy 2010 b.)

Puujätettä vastaanotetaan Kuopion jätekeskuksella kotitalouksien, yritysten ja yhteisöjen tuomana. Puujätteeksi luokitellaan käsittelemätön, käsitelty ja kyllästetty puujäte, sekä puupurut ja risut. Näistä kyllästetty puujäte on vaarallista jätettä ja ohjataan laatunsa mukaiseen jatkokäsittelyyn. Kuopion jätekeskukselle luodun laadunhallintaohjeen mukaiset vaiheet puujätteiden käsittelyssä esitellään tämän kappaleen seuraavissa osioissa ja laatuluokitusperiaatteet kappaleessa 7. Puujätteiden käsittelyvaiheet havainnoiva käsittelykaavio on esitetty kaaviossa 2.



Kaavio 2 Puujätteen käsittelykaavio Kuopion jätekeskuksella.

Suurin osa puujätteestä on peräisin kotitalouksien pienkuorma-alueelle toimittamasta puumateriaalista sekä yritysten, raskaan liikenteen kuormista. Taulukkoon 1 tilastoitujen puujättemäärien mukaan voidaan olettaa vastaanotetun puun kokonaismäärän olevan hienoisessa laskussa vuoden 2010 jälkeisestä huipusta. Syitä tähän ovat puumateriaalien kysynnän kasvu ja ohjautuminen muiden toiminnanharjoittajien käsiteltäväksi, sekä puun tehostunut kierrättäminen sen käyttökohteissa.

Taulukko 1 Vastaanotetut puujättemäärät Kuopion jätekeskuksella vuosina 2008–2011.

Vuonna	2008	2009	2010	2011
Jätekeskukselle vastaanotetut puujätteet (t/a)	6701	7841	8389	7922
Puujäte, Kyllästetty	260	294	257	281
Puujäte, Käsitelty	4303	5098	5525	5123
Puujäte, käsittelemätön	1573	1440	1876	1802
Risut	563	650	732	716

6.2 Puujätteen vastaanotto

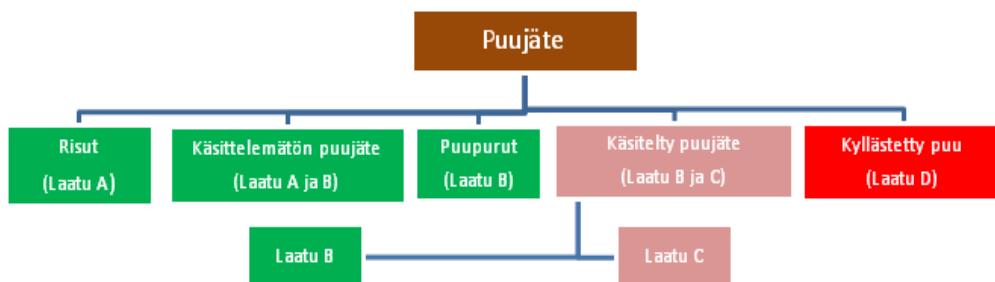
Puujätevirtaa ja – määriä kontrolloidaan jätekeskuksen sisääntulon yhteydessä olevan vaaka-aseman kautta. Vastaanotettava kuorma punnitaan, todetaan sen alkuperä ja opastetaan puujätteen sijoittaminen hyötyalueelle. Puujätekuormat tarkastetaan, jotta varmistutaan puumateriaalien laadusta ja sen purkupaikasta. Kuorman tuonut kalusto punnitaan vielä lähtövaiheessa tyhjänä, jolloin tieto vastaanotetusta puumäärästä laatunsa mukaisesti siirtyy Scalex- toiminnanohjausjärjestelmään.

Kotitalouksien puujätteet vastaanotetaan veloituksetta Pikkukukon lajittelualueella (kuvassa 2). Puujätteiden lajittelumahdollisuus on järjestettynä kuormalavoille käsiteltyyn, käsittelemättömään ja kyllästetyn puujätteen osalta. Täytyttyään kuormalavat puujätteineen punnitaan ja tyhjennetään hyötyalueelle. Risut toimitetaan kotitalouksien toimesta varastointialueelle ja raskaan liikenteen osalta suoraan hyötyalueelle. Puujätteiden lajittelussa käyttöön otettava laatuluokitusperiaate, jossa puujätteet lajitellaan laatuluokkiin A, B, C ja D, on esitetty kappaleessa 7.



Kuva 2 Puujätteille tarkoitettuja keräyslavoja pienkuormien vastaanottoalueella Pikkukukossa. Kuva Joni Göös 2011.

Jätteen lajitteluneuvonnasta vastaa jätekeskuksen henkilökunta. Vastaanottopisteet kotitalouksien pienkuormien ja raskaan liikenteen puolella ovat pääosin miehitettyjä, joten jätteen lajittelua voidaan valvoa ja asiakasta tarvittaessa opastaa. Puujätteiden yksinkertaistettu lajittelukaavio on esitetty kaaviossa 3.



Kaavio 3 Puujätteen käyttöön otettu lajittelukaavio Kuopion jätekeskuksella.

6.3 Puujätteen lajittelu ja varastointi

Puujätteet toimitetaan hyötyalueelle omiin osastoihinsa, jossa puujätteet on laatunsa mukaan sijoitettuna erilleen. Raskaan liikenteen puujätekuormat ohjataan tarkastuksen kautta purkamaan kuormat kyltein opastetuille alueille. Hyötyalueella puujätteet (kuvassa 3) jaotellaan käsittelemättömänä puujätteenä, käsiteltynä puujätteenä, risujätteenä sekä puupuruina. Vaaralliseksi jätteeksi luokiteltava, kyllästysuojaineilla käsitelty puujäte erotellaan pois hyödynnettävän puujätteen joukosta ja ohjataan erilliseen jatkokäsittelyyn. Hyötyalue on sijoitettu päällystetylle pinnoitteelle ja suunniteltu siten, että alueella voidaan erotella puujätteet laatunsa mukaan ja selkeästi erilleen toisistaan.

Puujätteen hyötyalueen vieressä sijaitsevat Kuopion Energia Oy:n varastoalue, sekä Ekokem Oy Ab:n hyödynnettävän jätteen esikäsittely ja varastointialue, joissa varastoidaan myös puujätteitä ja – materiaaleja.



Kuva 3 Hyötyalueelle kerättyä puujätettä. Kuva Joni Göös 2011.

6.4 Puujätteen käsittely

6.4.1 Murskauslaitteisto

Puujätteet murskataan kertyvän määränsä mukaan jätekeskuksen puujätteen hyöty-alueelle. Murskauksesta ja hyötykäyttömateriaalien tuotannosta vastaa jätteiden murskaustoimintaan erikoistunut urakoitsija kalustoineen. Keskitytyn murskauksen etuina murskattavan materiaalin määrä välivarastoissa voi olla suuri, joka alentaa murskauskustannuksia, helpottaa työn organisointia ja tuo toimintavarmuutta parantaen polttoainekäsittelyn laadunhallintaa.

Murskaukseen käytetty laitteisto on neliakselisen trailerialustan päälle sijoitettu, 43 tonnia painava, Doppstadtin DZ-750 mobiilimurskain (kuvassa 4). Murskain soveltuu käytettäväksi monenlaisten materiaalien, kuten rakennus- ja teollisuusjätteen, sekä puuperäisten materiaalien murskaukseen. Jätekeskusolosuhteissa laitteisto on monikäyttöinen ja nopea murskaamaan jätteet hyötykäyttömateriaaleiksi. DZ-750 on kaksoismurskain, joka käyttää murskaukseen kovametalliteriä. Murskattava materiaali syötetään hidaskierroksiseen rumpuun, joka repii materiaalin. Esimurskaimen jälkeinen magneetinerotin poistaa osan murskattavan materiaalin joukossa olevista metalleista. Nopeakierroksinen vasararumpu murskaa materiaalin lopullisesti ja toimii murskauksen toisena käsittelyvaiheena. Purkukuljettimen alkupäähän sijoitettu magneetinerotin pyrkii poistamaan loput metallit murskatusta materiaalista. (Jasto Oy 2012.) Purkukuljetin syöttää murskatun puujätteen puumurskeena hyötyalueen päällystetylle pinnoitteelle, josta se kuormataan laatunsa mukaiseen välivarastokasaan. Puumurske on murskausvaiheiden jälkeen palakooltaan alle 100mm. Puumurskeen tasalaatuisuutta voidaan parantaa ja palakokoa säädellä lisäämällä murskauskalustoon rumpuseula. Kaksoismurskaimen läpi kulkeva puumateriaali murskautuu pääsääntöisesti alle 63 mm:n palakokoon, joten sitä voidaan markkinoida standardin palakokoluokassa P63.



Kuva 4 Puujäte murskataan Doppstadt DZ-750 murskauslaitteistolla, joka on varustettu kahdella metallinerottimella. Kuva Joni Göös 2011.

6.4.2 Murskatut puupolttoaineet ja hyötykäyttömateriaalit

Murskauslaitteiston murskaamat lopputuotteet ovat laatunsa perusteella bio- tai kierrätyspolttoaineeksi, tai viime kädessä kompostoinnin tukiaineeksi soveltuvia hyötykäyttömateriaaleja. Puujätteistä tuotetut hyötykäyttömateriaalit vaihtelevat laadultaan ja saattavat sisältää ajoittain korkeitakin haitta-ainepitoisuuksia, jonka vuoksi puumurskeiden laatua tulee valvoa säännöllisesti. Puumurskeiden säännöllinen laadunvalvonta aloitettiin elokuussa 2011, jota tukevat tämän opinnäytetyön tuloksena valmistuneet laadunhallintaohje ja polttoainekohtaiset tuoteselosteet tuotetuille puumurskeille. Murskatut lopputuotteet joulukuun 2011 murskauksesta on esitetty kuvassa 5.

Puumurske välitetään eteenpäin energiantuotannon polttoaineeksi biopolttoaineena tai tarpeen vaatiessa kierrätyspolttoaineena. Joulukuun 2011 ja kevään 2012 välisenä aikana tehdyt murskaukset tuottivat käsittelemätöntä ja käsiteltyä puumursketta, sekä risumursketta. Molemmat puumurskeluokat olivat laatunsa perusteella biopolttoaineeksi soveltuvaa puupolttoainetta. Risumurske hyödynnetään huonon polttoainemenekkinsä vuoksi jätekeskuksella kompostoinnin tukiaineena. Keväästä 2012 alkaen Jätekuikko Oy:n puujätteet käsitellään ja analysoidaan siten, että suurin osa niistä voidaan markkinoida eteenpäin kauppakumppaneille biopolttoaineina.



Kuva 5 Joulukuussa 2011 puumurskenäytteet analysoitiin neljästä kokoomanäyte-erästä, joita olivat risumurske (kuvassa vasemmalla), käsittelemätön puumurske (kuvassa toinen vasemmalta), käsitelty puumurske (kuvassa toinen oikealta) sekä käsittelemättömän ja käsitellyn puumurskeen sekoitus (kuvassa oikealla). Kuva Joni Göös 2011.

6.5 Puumurskeen laadunvalvonta

Murskatun puujättemateriaalin laatua valvotaan ottamalla puumurskeista murskauksen yhteydessä kokoomanäytteet. Näytteet lähetetään näyteastioihin pakattuna laboratoriotutkimuksiin, joissa puumurskeiden kemiallinen koostumus selvitetään. Murskenäytteiden tutkimukset suoritetaan laboratorio-olosuhteissa VTT:n tutkimusraportin, *Käytöstä poistetun puun ja hyvien käytäntöjen kuvaus*, suositusten mukaisesti käyt-

täen parametrien määrittämiseen eurooppalaisten standardien, kiinteille biopolttoaineille tarkoitettuja menetelmiä. (Alakangas ja Wiik 2008, 48-50.)

Kaikista näyteluokista tutkitaan laatuluokituksiin ja käyttöominaisuuksiin vaadittavat parametrit, joita ovat

- kokonaiskosteus
- esikäsitely, jauhatus < 1 mm raekokoon
- typpi
- kokonaiskloridi ja – rikki
- tuhka (550 °C)
- kalorimetrinen ja tehollinen lämpöarvo, sisältäen vetymäärityksen
- kalium ja natrium
- raskasmetallit: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb ja Zn.

Lisäksi kemiallisesti käsitellystä puusta tutkitaan

- metallinen alumiini.

Murskenäytteistä tehdyillä teknisillä analyyseillä arvioidaan puupolttoaineen laatua tutkittavien parametrien osalta. Tulokset antavat perustan polttoaineiden markkinoinnille tuotteena, joita polttoaineen käyttäjät ovat valmiita vastaanottamaan polttoprosesseihinsa. (Alakangas ja Wiik 2008, 48-50.)

Käsitlemätön puujäte ja risut eivät ole kemiallisesti käsiteltyjä puutuotteita, joten voidaan olettaa, että ne eivät sisällä ylittävissä määrin haittaavia epäpuhtauksia. Näytteenalyysit on kuitenkin suositeltavaa tehdä puumurskeluokille, joita markkinoidaan energiantuotantoon polttoaineiksi, jotta varmistutaan laadun täyttymisestä ja murskattujen puupolttoaineiden soveltumisesta biopolttoaineiksi. Näytteenottosykli käsittelemättömille puujättemateriaaleille voi olla harvempi kuin käsitellylle puujätteelle, jonka alkuperästä tai laadusta ei ole varmuutta ilman analyysejä. (Alakangas ja Wiik 2008, 50.)

Näytteenottosykli ja analysoitavat lopputuotteet tulee määrittää resurssien mukaan jätokeskuskohtaisesti. Maaliskuussa 2012 otettujen puumurskenäyte-erien yhteydessä näytteenottotapaa muutettiin ja laadunvalvonnan painopiste kohdistettiin käsitellyn puujätteen seurantaan. Puujätteiden laadunhallintaohjeeseen laadittiin näytteenotto-suunnitelma, jota jatkossa noudatetaan.

7 PUUJÄTTEIDEN LAATULUOKITUKSET JÄTEKESKUKSELLA

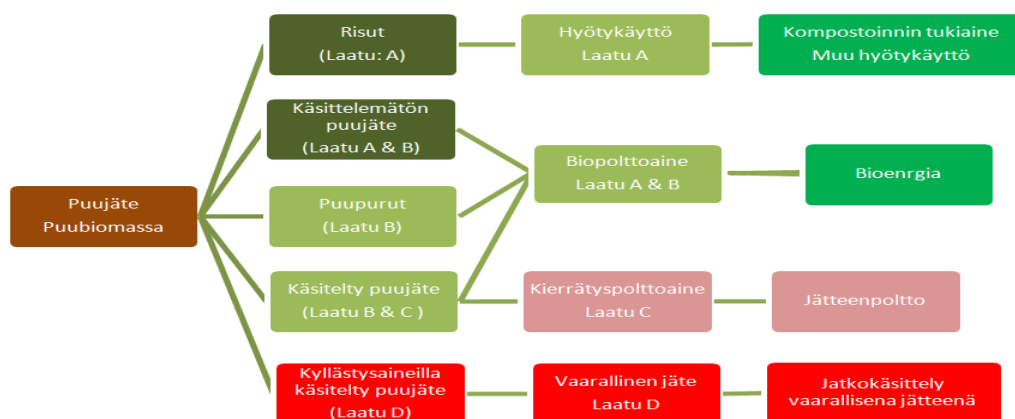
7.1 Puujätteen ja -murskeen laatuluokitusperusteet

Puujätteet lajitellaan ja erotellaan hyötyalueella alkuperätietojen ja tarkastuksen perusteella. Tiedot puujätteen alkuperästä, käyttötarkoituksesta ja käsittelystä ohjaavat puun laatuluokkaansa. Puupolttoaineeksi tarkoitetun materiaalin jako eri luokkiin toteutetaan seuraamalla niiden laatua kemiallisten ja mekaanisten epäpuhtauksien kannalta. Jätekeskuksen tavoitteena on tuottaa mahdollisimman paljon biopolttoaineeksi soveltuvaa puupolttoainetta, jonka jatkokäsittelyyn ei sovelleta jätteenpoltoasetusta ja jonka kauppahinta on kierrätyspolttoainetta korkeampi.

Taulukko 2 Puujätteen laatuluokat ja niiden mukaiset käyttökohteet

Laatuluokka	Puun käsittelyaste	Puupolttoaineluokka	Hyödyntäminen
Laatu A	Käsitlemätön puujäte	Biopolttoaine	Bioenergia
Laatu B	Käsitelty puujäte	Biopolttoaine	Bioenergia
Laatu C	Käsitelty puujäte	Kierrätyspolttoaine	Jätteenpolto
Laatu D	Kyllästetty puujäte	-	Käsittely vaarallisena jätteenä

Puujätteiden luokittelussa sovelletaan VTT:n laatimaa luokitusohjetta käytöstä poistetuille puulle. Kuopion jätekeskuksen puujätteiden laatuluokitusmallissa lajiteltavia puujäteluokkia on viisi kappaletta ja polttoaineluokkia kolmea eri laatua. Kyllästys- suoja-aineilla käsiteltyä puujätettä ei huomioida polttoaineluokituksessa, sillä se erotellaan vaarallisena jätteenä muista puujätteistä ja ohjataan omaan jatkokäsittelyyn. Puujätteen laatua kuvataan ja luokittelua ohjataan laatuluokilla A, B, C ja D (taulukko 2). Laatuluokat kuvaavat puujätteen laadun ja sen mukaisen hyötykäyttömahdollisuuden. Kaavio Kuopion jätekeskuksen puujätteen laatuluokituksesta on esitetty kaaviossa 4.



Kaavio 4 Puujätteen laatuluokituksen periaatekaavio.

Puujätteen lajitteluluokat:

- käsittelemätön puujäte (laatu A ja B)
 - puhdas puu
 - kemiallisesti käsittelemättömät, käytöstä poistetut puutuotteet
- käsitelty puujäte (laatu B tai C)
 - kemiallisesti käsitelty, käytöstä poistetut puut tai puutuotteet
- puupurut (laatu B)
- risut (laatu A)
- kyllästetty puujäte (laatu D).

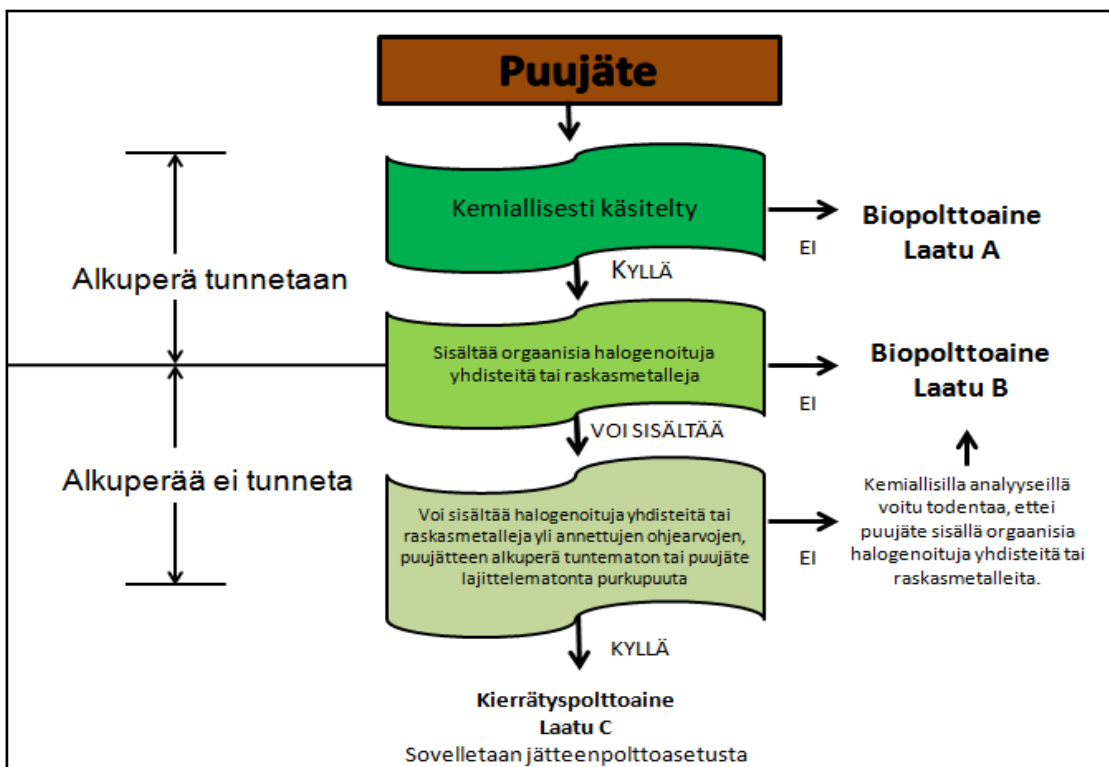
Puumurskeen polttoaineluokat (Tilastokeskuksen mukainen kauppanimike):

- kierrätyspuu (laatu A ja B)
 - käsittelemätön puumurske
 - käsitelty puumurske (haitta-ainepitoisuudet eivät ylitä raja-arvoja)
 - puupurut
- kierrätyspolttoaine (laatu C)
 - käsitelty puumurske (pitoisuudet ylittävät luonnon puun tyypillisiin raja-arvoihin verrattuna orgaanisten halogenoitujen yhdisteiden tai raskasmetallien osalta)
- metsätähdemurske (laatu A)
 - risumurske → hyötykäyttö pääsääntöisesti kompostoinnissa.

Laatuluokitusperiaatteessa on hyvä huomioida, että käsitellystä puujätteestä suurin osa on biopolttoaineeksi soveltuvaa puujättemateriaalia (laatu B), joka voidaan erotella biopolttoainetuotantoon. Vastaanottovaiheessa käsittelemättömään puujätteeseen voidaan erotella puujätteet, joiden laatu tunnetaan biopolttoaineeksi soveltuvaksi. Laadultaan käsittelemätön puujäte voi olla luokkaa A ja B. Vastaanottovaiheessa lajiteltu käsitelty puujäte sisältää puujätteitä, joiden laatu on luokkaa B tai C. Käsiteltynä vastaanotetun puujätteen alkuperä on tuntematon tai sen tiedostetaan sisältävän haitallisia epäpuhtauksia. Käsitellyn puujätteen varastointikasa tarkistetaan koneellisesti hyötyalueella siten, että sen joukkoon sijoitetut biopolttoaineeksi soveltuvat puujätteet erotellaan laadun A ja B puujätteisiin, eli käsittelemättömän puujätteen joukkoon. Käsitellystä puujätteestä jäljelle jäävä puujättemateriaali on laadultaan luokan C käsiteltyä puujätettä, joka murskataan suoraan kierrätyspolttoaineeksi tai siirretään REF-raaka-aineeksi.

Risumurskeet ovat pääsääntöisesti kompostoinnin tukiaineena jätekeskuksella hyödynnettävää materiaalia, mutta puhtausasteensa perusteella soveltuvia myös biopolttoainekäyttöön. Puupurut sekoitetaan vähäisen määränsä ja puhtausasteensa puolesta biopolttoainekäyttöön tarkoitetun puumurskeen sekaan. Puupurut eivät laske tai muuta biopolttoaineen laatua, sillä ne sekoitetaan tasaisesti eri puolille murskekasoja.

Jos puujätteen alkuperä tunnetaan riittävän hyvin, sekä polttoaineen käsittely ja laadunhallinnan mukainen seuranta on suoritettu riittävällä tarkkuudella, voidaan fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien analysointi jättää suorittamatta. Laadunvalvonnan kannalta kaikkien puumurskeluokkien säännöllinen seuranta on kuitenkin suotavaa. Laatuluokituksessa on syytä seurata ja käyttää apuna tyypillisiä arvoja, kuten standardissa SFS- EN 14961-1 esitetyt ominaisuusarvot, joissa puumurskeen laatua verrataan luonnon puun raja-arvoihin. Säännölliset puupolttoaineista tehdyt näyteanalyysit helpottavat puupolttoaineluokittelua ominaisuusarvojen mukaisesti ja antavat todisteen toimivasta luokitteluperiaatteesta. Laatuluokituksessa ja puujätteen laadun todentamisjärjestyksessä voidaan hyödyntää kaavion 5 mukaista menetelmää. (Alakangas ja Wiik 2008, 30-35.)



Kaavio 5 Kaavio puujätteen laadun todentamisesta. (Alakangas ja Wiik 2008, 44.)

7.2 Biopolttoaineeksi soveltuvat puupolttoaineet

Biopolttoaineiksi luokiteltaviin puupolttoaineisiin ei sovelleta jätteenpolttoasetusta. Biopolttoaineeksi soveltuvat puupolttoaineet jaetaan puujätteiden osalta kahteen luokkaan, joita ovat laatu A ja laatu B. Laatuluokkaan A luokiteltava puu on puhdasta puubiomassaa ja käsittelemättömiä puumateriaaleja tai –tuotteita. Laatuluokkaan B lukeutuvat kemiallisesti käsitellyt puujätteet, jotka eivät haitta-ainepitoisuuksiltaan ylitä luonnon puuhun verrattuja raja-arvoja. Luokkaan B lukeutuu suurin osa jätekeskusolosuhteissa lajitelluista puujätteistä. (Alakangas ja Wiik 2008, 45-47.)

Biopolttoaineiksi soveltuvia puutuotteita jätekeskusolosuhteissa ovat muun muassa:

- puhdas puu, raivauspuu
- maalaamaton puu
- käsittelemättömät lastu- ja kuitulevyt, viilutähteet
- lämpökäsitelty puu ja liimapuu
- kuormalavat ja kaapelikelat
- puhdas ja lajiteltu rakennustyömaapuu
- maalatut ja pinnoitetut puut (ei vanhat)
- huonekaluteollisuuden vaneri ja massiivipuu, sekä puiset hylkytuotteet.

Puuperäisten biopolttoaineiden sallitaan sisältävän 2 p- % mekaanisia epäpuhtauksia, kuten metalliset kiinnikkeet, hiekka tai betoni, sekä korkeintaan 3 p- % kemiallisia epäpuhtauksia. Kloori- ja raskasmetallipitoisuuksien ei myöskään suositella ylittävän luonnon puuhun verrattuja raja-arvoja. Jos kemiallisesti käsitellyn puujätteen epäilään tai tiedetään sisältävän haittaavia epäpuhtauksia, on se viimeistään ennen murskausta eroteltava pois biopolttoainekäyttöön tarkoitetun puujätteen joukosta ja siirrettävä luokkaan C, kierrätyspolttoaineisiin kuuluvaan puujättemateriaalin. (Alakangas ja Wiik 2008, 45-50.)

Biopolttoaineluokitteluun käytetään standardia SFS EN 14961-1 ja tuotetun polttoaineen ominaisuudet puumurskeelle ilmoitetaan standardiin sisältyvissä luokitustaulukoissa (liite 8). Biopolttoaineen laatu varmistetaan käyttäen standardia SFS EN 15234- 1. (Alakangas ja Wiik 2008, 45-47.)

7.3 Kierrätyspolttoaineiksi soveltuvat puupolttoaineet

Kierrätyspolttoaineiden käyttöön sekä valmistukseen sovelletaan jätteenpolttoasetusta. Kierrätyspolttoainekäyttöön luokiteltava puujäte on kemiallisesti käsiteltyä puumateriaalia, joka sisältää mahdollisesti orgaanisia halogenoituja yhdisteitä ja raskasmetalleja yli annettujen raja-arvojen tai puumateriaalia, jonka alkuperää ei voida varmuudella tunnistaa. Kierrätyspolttoainekäyttöön luokiteltavat puujätteet erotellaan laatuluokkaan C ja murskataan kierrätyspolttoaineeksi käsiteltynä puumurskeena. Laatuluokan C puujätteet voidaan siirtää myös REF-raaka-aineeksi, jolloin niiden käsittelyssä noudatetaan kierrätyspolttoaineille asetettuja vaatimuksia. Kierrätyspolttoaineiksi luokitellut puupolttoaineet eivät saa sisältää puunkyllästysaineita, eivätkä ne näin ollen ole vaarallista jätettä. (Alakangas ja Wiik 2008, 47-48.)

Kierrätyspolttoaineiksi luokiteltavia puutuotteita jätekeskusolosuhteissa ovat muun muassa:

- purkupuu ja rakennustyömaiden lajittelematon puu
- pinnoitetut puutuotteet, joiden tiedetään sisältävän orgaanisia halogenoituja yhdisteitä tai raskasmetalleja (vanhat, pinnoitetut puutuotteet)
- puumuovikomposiitit
- puutuotteet, joiden alkuperää tai käsittelyä ei tunneta.

Puujäte on syytä sijoittaa kierrätyspolttoaineluokkaan, jos puun alkuperän tai epäpuhtausasteen toteaminen on epävarmaa. Kierrätyspolttoaineeksi lajitellun puujätteen tunnistamiseen käytetään standardia SFS- EN 15359. Kierrätyspolttoaineeksi luokiteltavan puujätteen erottelussa ja sen laadun seurannassa noudatetaan kierrätyspolttoaineille annettuja vaatimuksia, joiden mukaan esimerkiksi kumi, nahka, PVC- muovit, eristevilla, tekstiilijätteet ja lasi eivät kelpaa kierrätyspolttoainekäyttöön, eivätkä näin ollen saa sisältyä jätteen sijoitettuun puumateriaaliin. Laatuluokan C puujättemäärän tulisi olla tehokkaan laadunhallinnan tuloksena mahdollisimman pieni. Kuvassa 6 hyötyalueelle sijoitettua laatuluokkaan C luokiteltavaa puujätettä.



Kuva 6 Hyötyalueelle sijoitettua laatuluokan C puujätettä.

7.4 Tuoteselosteiden laatiminen puumurskeille

7.4.1 Tuoteselosteet ja niiden käyttötarkoitus

Polttoaineen tuottaja on vastuussa polttoaineen tuoteselosteessa ilmoitetusta laadusta ja ominaisuuksista. Polttoaineen laatu osoitetaan puupolttoaineiden tuoteselosteella, joka toimii laatutodistuksena markkinoitavalle murskeelle, sisältäen energiantuottajille olennaiset tiedot. Tuoteselosteiden tarkoitus on antaa tuotetuille puupolttoaineille, niin kiinteiden biopolttoaineiden, kuin kierrätyspolttoaineiden osalta yksiselitteiset näytöt, joilla helpottaa puupolttoaineen kaupankäyntiä ja ylläpitää todistettusti polttoaineiden laatua. (SFS- EN 15234- 1.) Tuoteselostepohjat ilman laboratorioissa analysoituja ominaisuusarvoja (salaisia) löytyvät liitteistä 2-5.

Laadunhallintaohjeen mukaisesti tuotettujen puumurskeiden laatuun tulee voida luottaa ja se tulee olla osoitettavissa. Puumurskeille laadittiin standardien mukaiset tuoteselosteet, joita voidaan hyödyntää jatkossa markkinoinnin apuvälineenä ja todistena puupolttoaineiden ylläpidetystä laadusta. Tuoteselosteisiin puumurskeet nimettiin Tilastokeskuksen mukaisilla kauppanimikkeillä. Tuoteselostepohjat luotiin varmuuden vuoksi kierrätyspuuna markkinoitaville käsittelemättömälle ja käsitellylle puumurskeelle erikseen. Kierrätyspuun kokoomanäyte-eristä analysoitu puhtausaste mahdollistaa laatuluokkien A ja B yhdistämisen ja markkinoinnin biopolttoaineseokseksi.

Puumurskeluokat Tilastokeskuksen mukaisilla kauppanimikkeillä ovat:

- | | |
|---|----------------------------|
| • Käsittelemätön puumurske (laatu A ja B) | Kierrätyspuu [315] |
| • Käsitelty puumurske (laatu C) | Kierrätyspolttoaine [3231] |
| • Risumurske (laatu A) | Metsätähdemurske [3113] |

Käsiteltyt puumurskeet eivät kevään 2012 aikana tehtyjen laboratorioanalyysitulosten mukaan osoittautuneet laadultaan jätteenpolttoasetuksen alaiseksi kierrätyspolttoaineksi. Laatuluokan C puumurskeelle, eli kierrätyspolttoaineelle laadittiin tuoteselostepohja, joka käyttöön otetaan kun polttoaineen analyysiarvot ylittävät biopolttoaineille ominaiset raja-arvot. Laatuluokkaan C erotellun puujätteen ja siitä valmistetun puumurskeen voi luokitella biopolttoainekäyttöön, kun laboratorioanalyysit osoittavat sen laadultaan biopolttoainekäyttöön soveltuvaksi ja polttoaineen käyttäjä on tietoinen sen alkuperästä, sekä laadun analysoinnista. (Alakangas ja Wiik 2008, 48.)

7.4.2 Tuoteselosteen sisältö ja päivittäminen

Puupolttoaineen tuoteseloste on väline markkinoinnissa ja todiste ylläpidetystä laadusta asiakkaalle. Tuoteselosteen tulee sisältää asiakkaan vaatimat ja tuoreimmat ominaisuustiedot polttoaineesta. Tuoteselosteessa ilmoitettavat ominaisuudet ovat velvoittavia ja tiettyjen ominaisuuksien osalta opastavia. Tärkeimmät ominaisuuksista ovat velvoittavia, eli tuottajan kannalta pakollisia ilmoitettavaksi. Velvoittavat ominaisuudet vaihtelevat eri polttoaineiden kauppanimikkeiden välillä. Tietyt ominaisuudet määritellään opastaviksi, eli vapaaehtoisiksi, mutta suositellaan ilmoitettavan tuoteselosteessa. (SFS- EN 15234- 1.)

Puumurskeelle, joka on luokiteltu laadultaan biopolttoaineeksi (liite 9), velvoittavia ominaisuuksia tuoteselosteessa ovat tuotteen alkuperä, kosteus ja tuhkapitoisuus. Puumurskeen opastavia ominaisuuksia ovat puolestaan typpi- ja klooripitoisuus, sekä tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, jotka on ilmoitettava velvoittavina ominaisuuksina puun ollessa kemiallisesti käsiteltyä. Jos puupolttoaineen kauppaa käydään tilavuuden perusteella, voidaan myös irtotiheys katsoa opastavaksi ominaisuudeksi. (SFS- EN 15234- 1.)

Tuoteselosteen minimivaatimuksena ovat tuottajan tai toimittajan tiedot yhteystietoineen, viittaukset standardiin, jolla polttoaineen laatu on varmistettu ja standardiin, jonka mukaan laatuluokitus on suoritettu. Tuoteselosteen tulee sisältää tiedot polttoaineen alkuperästä ja sille määritelty kauppanimike, sekä velvoittavat ominaisuudet, jotka edellä mainittiin. Jos polttoaineen raaka-aine sisältää kemiallisesti käsiteltyjä biomassoja, niin velvoittavat ja opastavat ominaisuudet mahdollisista haitta-aineista tulee sisällyttää tuoteselosteeseen. (SFS- EN 15234- 1.)

Tuoteselosteita päivitetään, kun murskenäytteistä saadaan laboratoriossa analysoituja tuloksia. Puumurskeiden laadunvalvontakansioon lisätään analysoitujen tulosten arvot ja tuoteselosteet päivitetään uusimpien analyysitulosten mukaan. Näyte-erän analyysiarvojen ylittäessä annetut raja-arvot biopolttoaineluokille, täytyy polttoaineen laatu arvioida uudestaan, kirjata poikkeamat ja informoida laadun muutoksista polttoaineen käyttäjiä. Tarvittaessa puumurske siirretään kierrätyspolttoaineluokkaan. Tuoteselosteita dokumentoidaan ja päivitetään yhtiön sisäisessä verkossa.

8 KUOPION JÄTEKESKUKSEN PUUJÄTTEIDEN LAADUNHALLINTAOHJE

8.1 Laadunhallintaohjeen tarkoitus ja tavoitteet

Laatutyössä pyritään parantamaan tuotteiden ja toiminnan ominaisuuksia, sekä hallita niitä. Laadunhallinta koostuu laadunohjauksesta ja laadunvarmistuksesta. Laadunohjauksella pyritään täyttämään laatuun kohdistuvat vaatimukset ja laadunvarmistuksella saavuttamaan luottamus tavoitteiden toteutumiseen. (SFS- EN 15234- 1.)

Puujätteiden laadunhallintaohje laadittiin Kuopion jätekeskukselle kirjallisena selosteena ja se on tarkoitettu jätekeskuksen henkilöstön ja kauppakumppaneiden käyttöön. Laadunhallintaohje luotiin jätekeskusolosuhteisiin tukemaan, sekä ohjaamaan puujätteiden käsittelyä. Laadunhallinta alkaa puujätteen vastaanottovaiheessa ja päättyy materiaalien ohjautuessa käsittelyn jälkeiseen hyötykäyttöön. Jätekkuko Oy:llä on vastuu käsitellä puujätteet ympäristölupansa mukaisesti ja velvollisuus tarjota halukkaille tietoa siihen liittyvän laadunhallinnan toteutuksesta. Jätekkuko Oy vastaa sopimuksen mukaan tuottamiensa polttoaineiden laadusta.

Laadunhallintaohjeen tarkoitus on opettaa tuntemaan puujätteen käsittelyvaiheet ja lajitteluperiaatteet, jotta puujätteen joukosta voitaisiin tuottaa mahdollisimman paljon biopolttoaineeksi soveltuvaa kiinteää polttoainetta ja markkinoida sitä eteenpäin bioenergian raaka-aineena. Laadunhallintaohjetta apuna käyttäen voidaan puujätteet erotella laatunsa mukaisiin luokkiin ennen murskausvaiheita. Puupolttoaineiden laadunvalvonnan ja – varmistuksen tehtävänä on varmistaa, että puupolttoaineen alkuperä tunnetaan ja tarvittaessa selvitetään, puupolttoaineiden laatuun vaikuttavia tekijöitä valvotaan sekä puupolttoainetta voidaan myydä luotettavasti. Puujätteiden laadunhallintaohje on toteutettu osaksi Jätekkuko Oy:n ympäristöjärjestelmää.

Puujätteiden laadunhallinnan tavoitteet ovat:

1. Tunnistaa vastaanotetun puujätteen laatu.
2. Lajitella ja varastoida puujäte oikein jatkokäsittelyä varten.
3. Käsitellä puujätteet laatunsa mukaisesti ja tehokkaasti.
4. Tuottaa puujätteistä mahdollisimman paljon energiantuotannon käyttöön soveltuvaa biopolttoainetta.
5. Tarjota asiakkaille laadukkaita hyötykäyttömateriaaleja.
6. Ylläpitää puujätteiden käsittelyn laadunvalvontaa ja polttoaineiden laatua.

8.2 Laadunhallintaohjeen sisältö

Laadunhallintaohje sisältää Kuopion jätekeskuksen puupolttoaineiden laadunvalvonnan eri vaiheet ja tavoitteet, puujätteen hallinnan osa-alueet käsittelyvaiheineen ja työhjeineen, sekä puujätteen laatuluokitusperiaatteet ja lajitteluohjeet (liite 1). Laadunhallintaohje on kokonaisvaltainen seloste siitä, miten puujätteen tulee Kuopion jätekeskuksen olosuhteissa käsitellä ja siitä miten niistä valmistettujen puupolttoaineiden laatua tulee valvoa. Laadunhallintaohjeen sisältö koostuu seuraavista osa-alueista:

- laadunhallintaohjeen tavoitteet
- tietoa puujätteistä
 - terminologia
 - puujätteen Kuopion jätekeskuksella
 - puujätteen hyödyntäminen
- henkilökunnan rooli laadunhallinnassa
- puujätteen luokitus
- työvaiheet
 - puujätteen vastaanotto ja tarkastus
 - puujätteen erottelu
 - puujätteen varastointi
 - puujätteen käsittely
- laadunvalvonta
 - laatuvaatimukset
 - epäpuhtaudet, niiden tunnistaminen ja välttäminen
 - näytteenotto ja raja-arvojen seuranta
 - polttoaineiden tuoteselosteet
- turvallisuusohjeet
 - riskienhallinta
 - työturvallisuus
- laadunhallintadokumenttien päivittäminen.

Laadunhallintaohjetta tulee päivittää, kun menettelytapoja muutetaan jätekeskuksen toiminnassa. Ohjeen tulee olla yhtiön henkilökunnan luettavissa, esimerkiksi tulosteena työskentelytiloissa tai verkkodokumenttina. Uuden henkilöstön perehdytysvaiheessa laadunhallintaohje esitellään jätekeskuksen muiden toimintatapojen ohessa. Puujätteen laadunhallintaohje on julkinen seloste, joka voidaan luovuttaa myös kauppakumppaneiden käyttöön.

9 PUUJÄTTEESTÄ TUOTETUN POLTTOAINEEN HYÖDYNTÄMINEN

9.1 Voima- ja lämpölaitosten vastaanottovaatimukset puupolttoaineille

Biopolttoaineiden käytön lisääminen on Suomen energiastrategian keskeisimpiä tavoitteita. EU:n ilmastopoliittisissa tavoitteissa fossiilisia polttoaineita käyttäviä polttolaitoksia ohjataan korvaamaan tai muuttamaan uusiutuvia polttoaineita käyttäviksi. Puupolttoaineita hyödyntävien polttolaitosten kannustimina toimivat alhaiset syöttötariffit, pienpuulle suunnattu energiatuki, investointituet ja vaihtoehtoisten energiamuotojen korkeampi verotusaste. (Savon Voima Oyj 2001.)

Pohjois-Savossa puupolttoaineiden saatavuus on hyvä, lisääntyneestä käytöstä huolimatta. Polttoaineen tarjoajia on useita, joten polttoaineen hankintaa voidaan kilpailuttaa säännöllisesti. Puupolttoaineita käytetään pääsääntöisesti kaikissa Itä-Suomen alueella toimivissa polttolaitoksissa, joko pää- tai seospolttoaineena. Polttolaitokset hankkivat puupolttoaineita muun muassa sahoilta ja metsäteollisuuden hankintayhtiöiltä.

Energiantuotannossa puupolttoaineen tärkeimpinä ominaisuuksina pidetään lämpöarvoa ja kosteutta, sekä sen käsittelyyn vaikuttavia palakokoa ja tiheyttä. Jos puupolttoaine koostuu puujätteistä valmistetusta puubiomassasta, energian käytön kannalta on tiedettävä myös puupolttoaineen kemiallinen koostumus, puuaineen tiheys ja tuhkapitoisuus. Tuhkalla, vedellä ja epäpuhtauksilla on polttoaineen laatua heikentävä vaikutus, joka ilmenee polttotehossa ja syntyvissä päästöissä. (Savon Voima Oyj 2001; Bioenergiatieto 2011.)

Polttoaineen laatuvaatimukset asetetaan käytettävän kattilalaitostekniikan mukaisesti. Biopolttoaineen lajia, laatua ja sille sallittavia ominaisuuksia harkitaan jo kattilalaitosta hankittaessa, jolloin kokonaiskustannuksia ja polttoaineen toimitusvarmuutta suunnitellaan. Hankittavan polttoaineen alkuperä ja laatu on tunnettava ja niihin on voitava luottaa. Jos puupolttoaineet on käsitelty tuotteista, jotka pitävät sisällään kemikaaleja, on se tuotava esiin polttoaineen tuoteselosteissa. Polttoaineen laadulla on vaikutus polton hyötysuhteeseen ja käytettävyyteen, jotka vaikuttavat polttoainekuluihin. Polttolaitokset asettavat ohjearvot ja niille sallitut poikkeamat muun muassa kosteudelle, tuhkapitoisuudelle, palakoolle ja puhtausvaatimuksille. Puujätteistä valmistetut puumurskeet ovat hyviä seospolttoaineita polttolaitoksille, sillä pääpolttoaineen joukkoon sekoitettu, halvempi polttoaine pudottaa polttoainekustannuksia. (Savon Voima Oyj 2001.)

Puupolttoaineen palamisominaisuuksiin voidaan vaikuttaa polttoaineen tuotantovaiheessa käsittelemällä polttoaineen kemiallisia ominaisuuksia, kuten lämpöarvo, rakenteellisia ominaisuuksia, kuten palakoko ja tiheys sekä fysikaalisia ominaisuuksia, kuten lämpökapasiteetti. (Savon Voima Oyj 2001.) Puujätteistä valmistettujen biopolttoaineiden ominaisuuksia voidaan parantaa erottelemalla puujätteistä polttoprosessia haittaavia epäpuhtauksia ja murskaamalla puumateriaalit sopivaan palakokoon. Biopolttoaineen tuotantovaihe on keskeisessä roolissa bioenergian tuotantoketjussa, joten tuottajan vastuu polttoaineen laadusta korostuu. Polttoaineen käyttäjät velvoittavat usein myös laboratorioanalyysitulokset osana polttoainesopimusta, jolloin varmistutaan myös kolmannen osapuolen kautta polttoaineen soveltuvuudesta polttoprosesseihin.

Laatuvaatimuksia pidetään polttoaineen hinnoittelun perusteena. Puuhakkeen ja –murskeen hinta maksetaan yleisesti periaatteella MWh /m³. Puujätteistä valmistetun biopolttoaineen hinta on korkeampi, kuin puujätteistä valmistetun kierrätyspolttoaineiden. Puupolttoaineen hinnan on arvioitu nousevan selvästi seuraaville lämmityskausille. Puupolttoaineiden käytölle on lisääntyvä tarve, sillä päästörajoitukset tulevat kiristymään ja edullisten kotimaisten polttoaineiden kysyntä kasvamaan. Myös Imagoillisesti kotimaisten biopolttoaineiden käytöllä tulee olemaan jatkossa merkitystä energiatuotannossa. Esimerkiksi turpeeseen verrattuna puupolttoaineiden käyttöetuja ovat sen pölyämättömyys, pienemmät päästöt, jatkuva saatavuus useilta toimittajilta, siisteys käyttöolosuhteissa ja käyttöturvallisuus. (Savon Voima Oyj 2001.)

9.2 Puujätteissä yleisimmin esiintyviä haittoja poltto-olosuhteille

Suomessa jätepuusta valmistettua puupolttoainetta käytetään seospolttoaineena muiden puupolttoaineen tai turpeen joukossa. Tällöin puujätteessä esiintyvät mahdolliset epäpuhtaudet ominaisuuksineen eivät pääse yksin hallitsemaan kattilan polttotahtumaa. Polttolaitokset asettavat tarkat vaatimukset käyttämälleen polttoaineelle, jonka perustana voidaan pitää sopivaa kosteuspitoisuutta, tuotteen toimitusvarmuutta ja optimaalista palakokoa, jotta puupolttoaine etenee hyvin kuljettimissa. (Alakangas ja Wiik 2008, 2.) Suuremmat polttolaitokset kestävät paremmin polttoaineen laatu- vaihtelut, kuin pienemmät laitokset. Suurvoimalat (50- 500 MW) käyttävät puumurskeita ja –hakkeita seospolttoaineina ja pienemmät lämpölaitokset (1 -50 MW) hyödyntävät puupolttoaineita pääsääntöisesti pääpolttoaineena.

Suurimpia ongelmia polttolaitosten käsittelylaitteille aiheuttavat puumurskeen suuri palakokojakauma, joka saattaa tukkia syöttösiilon tai aiheuttaa syöttölaitteissa häiriöitä. Palakoolla on suuri merkitys, jotta polttolaitosten kuljettimet toimivat häiriöttömästi prosessin vastaanottovaiheessa. Talvisaikaan lumi, ”jääkamit” ja polttoaineen jäätyminen varastoihin aiheuttavat ongelmia ja jopa käyttökatkoksia varastoinnissa ja kuljettimilla. Polttolaitoksilla mekaanisista epäpuhtauksista koituu haittoja polttolaitosten kuljettimille, syöttölaitteille ja polttokattilarakenteille. Mekaanisista epäpuhtauksista kivet, metallit ja muoviyhdisteet ovat haitallisimpia polttoprosesseille. (Savon Voima Oyj 2001.)

Biopolttoaineen kuiva-aines on ainoa palamisessa lämpöä tuottava tekijä, joten korkea tuhkapitoisuus alentaa lämpöarvoa pienentämällä palavan aineksen toimintamahdollisuuksia. Tuhkan sulaminen vaikuttaa biopolttoaineen toimintaan ja koostumus käytettyjen polttomateriaalien kestävyys. Polttoaineen käytössä on otettava huomioon eroavaisuudet polttolaitosten tekniikoissa, käytettyjen polttokattiloiden koko ja suhde rinnakkaispolttoon. (Bioenergiatieto 2011.)

Kosteus on käytetyn puumurskeen tärkein laatuominaisuus, jonka olisi syytä olla mahdollisimman alhainen. Kosteaa polttoainetta tarvitsee tuekseen tukipolttoaineita, jotta palamishyötysuhde olisi hyvä. Kosteuden kannalta vesi ei haittaa palamisprosessia, mutta sen höyrystyminen vaatii paljon energiaa ja pudottaa lämpöarvoa, jolloin palaminen saattaa muodostua epätäydelliseksi. Korkeasta kosteuspitoisuudesta johtuen käsitelty puumurskeet ja –hakkeet ovat herkkiä jäätymään, jolloin niiden käsittelypolttoprosesseissa hankaloituu. Puumurskeet ja –hakkeet tarvitsevat käyttöolosuhteissa usein katetun tilan, jotta polttoaineen kosteuspitoisuutta voidaan laskea ennen käyttöä ja etteivät biopolttoaineet homehdu. (Savon Voima Oyj 2001.)

Puujätteistä valmistettujen puumurskeiden alkuperän ja laadun määrittäminen on myös usein hankalaa. Puujätteistä valmistettujen biopolttoaineiden saatavuuden suhdanneherkkyys on myös yksi käytön haittatekijä. Risumurskeen polttokäytössä ei ole ongelmia, mutta oleellista on se missä polttolaitoksessa sitä voi käyttää. Sähkön tuotamisen tukisäädöksissä ei hyväksytä risujen sekoittamista tavanomaisen puupolttoaineen sekaan. Pienemmät lämpökeskukset voivat polttoaineen laadun ollessa sopivaa käyttää myös risumurskeita polttoaineena. (Savon Voima Oyj 2001.)

9.3 Laboratorioanalyysitulosten mukaisia huomioita polttoaineen käytössä

Jätekeskusolosuhteissa käsitellyille puumurskeille on ominaista korkea kosteuspitoisuus, sillä usein niitä varastoidaan ilman katoksia ja suojapeitteitä varastointialueella, jolloin kosteus imeytyy puumateriaaliin. Analyysitulosten mukaan kokonaiskosteusprosentti kasvoi syksyn ja talven välillä reilu kymmenen prosenttiyksikköä, joka vaikuttaa tehollisen lämpöarvon tulokseen heikentäen sitä. Lämpöarvoa heikentää myös tuhkapitoisuuden kasvu, joka haittaa palamisolosuhteita. Keväästä alkusyksyyn tilanne on päinvastainen, sillä lämpöolosuhteet pääsevät kuivattamaan puumurskeita ja laskevat sen kosteuspitoisuutta.

Puumurskeiden tuhkapitoisuuden vaihtelut ovat yleisiä ja syynä tähän ovat yleensä mekaaniset epäpuhtaudet, kuten maa-aineksen tai hiekan sotkeentuminen puumateriaaleihin. Myös epäorgaaniset yhdisteet ja kemialliset käsittelyt nostavat puumateriaalin tuhkapitoisuusastetta. Analysoitujen tulosten mukaan tuhkapitoisuus nousee hieman talviolosuhteissa, mutta suurin syy löytynee puumateriaalin käsittelystä laadusta. (SFS- EN 14961- 1.)

Käsitellyn puumurskeen laadussa on havaittavissa pieniä vaihteluja raskasmetallipitoisuuksien suhteen. Raskasmetalleista eniten vaihtelevat lyijy-, kadmium-, kromi- ja sinkkipitoisuus. Kyseisiä yhdisteitä kulkeutuu puumateriaaleihin puun pinnoituskemikaalien kautta. Esimerkiksi vanhat maalipinnoitteet nostavat puuaineksen raskasmetallipitoisuutta huomattavasti. (SFS- EN 14961- 1.)

Kuopion jätekeskuksen puumurskeiden hyvästä laadusta voidaan puhua, sillä haitallisimmat raskasmetalliyhdisteet eli arseeni-, elohopea- ja alumiinipitoisuudet eivät ylity missään puumurskeluokassa. Myöskään kloridi-, rikki-, natrium- tai kaliumpitoisuudet eivät nouse yli annettujen ohjearvojen. Suurin syy hyvälle analyysiarvoille on se, että vanhahkot, kemiallisesti käsitellyt puutuotteet erotellaan pois biopolttoaineen joukosta ja ettei puumateriaalien joukkoon kulkeudu puun kyllästyssuoja-aineilla käsiteltyjä puujätteitä. Nykyiset pintakäsittelymateriaalit ovat ympäristöystävällisiä, eivätkä sisällä haitta-aineita yli ohjearvojen. Puumateriaaleissa esiintyy jopa luonnostaan epäpuhtauksia, mutta oleellista on se, etteivät luonnon puuhun verratut raja- tai suositusarvot ylittyisi.

10 PUUJÄTTEEN KÄSITTELYN EROJA JÄTEHUOLTOYHTIÖIDEN VÄLILLÄ

10.1 Puujätteiden hallinnasta laaditun kyselyn tavoitteet

Jätteenkäsittely- ja jätekeskukset eri puolilla Suomea toimivat pääpiirteittäin samoin menetelmin toimintansa eri osa-alueilla. Lainsäädännölliset tekijät, sekä hyväksi havaitut käsittely- ja hyödyntämismenetelmät ohjaavat toimintaa jätteiden käsittelyssä ja ovat kehittäneet jätehuoltoyhtiöiden toiminnan samansuuntaiseksi.

Puujätteen käsittelyn ja hyödyntämisen eroja haluttiin selvittää eri puolilla Suomea toimivien jätehuoltoyhtiöiden välillä, joka toteutettiin laatimalla kysely (liite 6) liittyen puujätteiden hallintaan ja sen eri käsittelyvaiheisiin. Kysely lähetettiin 22 jätehuoltoyhtiölle eripuolilla Suomea. Vastausprosentti kyselylomakkeessa ilmoitettuun palautuksen määräaikaan mennessä oli 59 %.

Puujätteiden hallintaan liittyvät toimet mahdollisine eroineen edesauttoivat hahmottamaan kokonaiskuvaa siitä, miten puujätteiden käsittely käytössä olevien resurssien mukaisesti hoidetaan ja mitä menettelyjä eri käsittelyvaiheissa käytetään. Kyselystä tehdyllä yhteenvedolla (liite 7) vertailtiin käytäntöjä Kuopion jätekeskuksen nykyisiin käytäntöihin ja kartoitettiin hyviä kehitysehdotuksia tulevaisuutta ajatellen. Kyselyssä saadut vastaukset esitetään yleisluontoisesti, kohdistamatta niitä kyselyyn vastanneisiin jätehuoltoyhtiöihin.

10.2 Yhteenvedo kyselylomakkeista saaduista vastauksista

Puujätteiden kyselylomake sisälsi kysymyksiä liittyen puujätteiden hallintaan, vastaanottoon, lajitteluun, hyötykäyttöön ja käsittelymenetelmiin.

Ensimmäisessä kysymysosiossa käsiteltiin puujättemääriä ja sen vastaanottoa. Jätehuoltoyhtiöiden toimialueiden kokoon suhteutettuna vastaanotetun puujätteen määrä oli samaa luokkaa jätehuoltoyhtiössä. Noin puolet kyselyyn vastanneista jätehuoltoyhtiöistä ilmoittivat puujätteiden määrän nousseen viimeisen kolmen vuoden aikana ja loput sen pysyneen ennallaan. Puujätteiden vastaanottomäärissä ei laskua ollut havaittavissa viime vuosiin tai odotettavissa tulevaan.

Puujätteiden vastaanotettua laatua selvitettiin laskemalla puujättemäärien prosentuaaliset osuudet käsittelemättömälle, käsitellylle ja kyllästetylle puujätteelle. Prosentuaa-

liset osuudet vaihtelivat yhtiöiden lajitteluperusteiden mukaan. Jokaisessa yhtiössä erikseen vastaanotetun, kyllästetyn puujätteen osuus vaihteli välillä 4- 15 %. Käsittelyn puujätteen osuus vastaanotetuissa puujättemateriaaleissa oli lähes jokaisessa yhtiössä suurempi (52- 95 %), kuin käsittelemättömän puujätteen osuus (4- 65 %). Puujätteiden tarkistus vastaanottovaiheessa suoritettiin jokaisessa yhtiössä ja menetelmiksi ilmoitettiin muun muassa silmämääräinen tarkistus, videokuvaus punnituksen yhteydessä, erilliset kuormantarkastajat ja koneellinen lajittelu.

Puujätteen yleisimmäksi lajitteluperusteeksi ilmoitettiin puun puhtausaste, eli onko puu käsiteltyä, käsittelemätöntä vai kyllästettyä puujätettä. Myös hyötykäyttö- ja polttokelpoisuus olivat lajitteluperusteita, kuten puujätteen syntypaikka ja laatu. Muutamissa yhtiöissä oli käyttöön otettu hiljattain käytäntö, jossa polttokelpoinen puujäte lajitellaan samaan kasaan ja käsitellään nimikkeellä puujäte. Puujätteen vastaanotonimikkeissä oli eroavaisuuksia, mutta ne olivat pääosin ymmärrettäviä ja samansuuntaisia toistensa kanssa.

Puujätteen varastointiin liittyen kyselyssä vastattiin yhtenäisesti. Jokaisen yhtiön puujätteen varastointialueella oli päällystetty pinnoite, opasteet alueelle ja eri puujäteluokille, sekä mahdollisuus korjata koneellisesti lajitteluvirheet niitä havaittaessa. Selkein kahtiajako tuli kysyttäessä puujätteiden suojaamistoimenpiteitä, jossa vain kolmannes yhtiöistä ilmoitti puujätteiden olevan sijoitettuna vastaanottosiiloihin tai -varastoihin. Myös puujätekasojen eristäminen toisistaan tulipaloriskin varalta oli huomioitu vain joka toisessa yhtiössä. Puujätteiden välivarastointiajaksi ilmoitettiin pääsääntöisesti 1- 3 tai 4- 6 kuukautta.

Puujätteiden käsittely ilmoitettiin suoritettavan pääsääntöisesti jätteenkäsittelykeskuksella, siis alueella, jossa puujätettä varastoidaan. Vain kahdessa yhtiössä puujätteet ilmoitettiin siirtokuormattavan muualle käsiteltäväksi. Puujätteiden hyötykäyttökohteiksi ilmoitettiin käsittelyn jälkeen energiantuotanto, joko kierrätys- tai biopolttoaineina, kompostoinnin tukiaine kompostointiprosessissa, maisemointi ja poltettavan jätteen peittomateriaali. Puujätteistä valmistetun puupolttoaineen laatu ilmoitettiin pääosin kierrätyspolttoaineeksi ja vain neljässä yhtiössä ilmoitettiin puumurskeen tai – hakkeen olevan laadultaan puhtaampaa biopolttoainelaatua. Puupolttoaineiden laatua valvotaan vaihtelevasti. Yhdeksän yhtiötä ilmoitti, ettei laboratorioanalyysjä suoriteta lainkaan, yksi yhtiö teki sitä kuukausittain ja loput yhdestä kahteen kertaa vuodessa. Yleisesti yhtiöissä oletettiin, että laadunvalvontaa suoritetaan puupolttoaineen käyttäjän toimesta.

Puupolttoaineiden eteenpäin markkinoinnissa ei yhtiöissä, kahta poikkeusta lukuun ottamatta, koettu ongelmia. Puupolttoaineet markkinoitiin muun muassa nimikkeillä kierrätyspuu, murskattu puujäte, kierrätyspuuhake, haketettu puu ja levyjäte, purkupuumurske ja murskattu puhdas puu. Risut markkinoitiin nimikkeillä risut tai metsätähdemurske. Käyttökohteiksi puupolttoaineille ilmoitettiin yhdeksässä yhtiössä hyötykäyttömateriaaleihin erikoistunut toiminnanharjoittaja, joka välittää puupolttoaineet käyttökohteille. Muissa tapauksissa käyttökohteina olivat teollisuuden oma energiantuotanto, alueellinen voimalaitos tai paikallinen lämpölaitos.

Puujätteen hallinta koettiin yhtiössä yksinkertaiseksi, mutta menettelyissä oli osittain selkeitäkin eroja. Lajitteluperusteet vaihtelivat ja käsityksestä puupolttoaineiden markkinoinnissa, sekä varsinkin laadunvalvonnassa oli havaittavissa epäkohtia. Puujätteet käsiteltiin pääosin samoin menetelmin, mutta välitettiin eri käyttökohteisiin, erilaisilla kauppanimikkeillä. Muita, esiin nousseita huomioita kyselyn tiimoilta olivat haasteet välittää puupolttoaineita eteenpäin energiantuotannon sesonkien ulkopuolella ja puujätteen tuottajien heikko lajittelu, joka vaikeuttaa toimintaa ja jätteen erotte-
lua vastaanottopisteissä.

11 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Puuenergian käyttö yleistyy jatkuvasti Suomessa. Kehitystä tapahtuu ennen kaikkea uusien energialaitosten rakentuesssa ja puuenergian käytön suunnittelussa, kun uusia laitoksia kaavaillaan rakennettavaksi. (Motiva 2011.) Polttolaitokset Itä-Suomen alueella hyödyntävät pääsääntöisesti polttoprosesseissaan puupolttoaineita, joten jatkossa Jätekuikko Oy voi tarjota polttoaineensa eteenpäin osoittamalla sen laadun laadunhallintaohjeella ja tuoteselosteilla. Puupolttoaineille ennakoitu huomattava hinnan korotus lisää kierrätyspuun mahdollisuuksia markkinoille, sillä se on raakapuusta valmistettuun polttoaineeseen nähden edullisempi vaihtoehto. Lisäksi jätekeskus pystyy tarjoamaan toimitusvarmuutta, sillä puujätteen määrälle ei ole ennakoitavissa laskua, mikä takaa puumurskeiden tuottamisen läpi vuoden.

Puujätteiden käsittelyyn sovellettu laatuluokitusmalli ja sitä ohjaava laadunhallintaohje toimivat jätekeskuksen henkilökunnan apuna ja näyttönä kauppakumppaneille asianmukaisesta puujätteiden jalostamisesta laadukkaiksi hyötykäyttömateriaaleiksi. Puujätteiden laatuluokitusmallin käyttöönottoa aletaan suunnitelmien mukaan toteuttaa keväällä 2012, jolloin myös biopolttoainekelpoista puujätettä aletaan kerätä omana luokkana paikallisilla jäteasemilla. Biopolttoaineiksi jalostettujen puumurskeiden tulevaisuuden näkymät ovat hyvät sen markkinoinnin ja myynnin suhteen.

Puumateriaalien esikäsittelyllä voidaan välttää mekaanisia epäpuhtauksia ja seostuksella laimentaa puumurskeiden epäpuhtauspitoisuutta. Seostaminen on sallittua, jos puumurske soveltuu biopolttoaineeksi. Puupolttoaineen tasalaatuisuuteen, varsinkin palakokojakauman pienentämiseen olisi jatkossa tarvetta. Puumurskeen palakokoon voidaan vaikuttaa lisäämällä murskauskalustoon soveltuva rumpuseula osaksi murskausketjua. Tasainen ja pienempi polttoaineiden palakoko olisi polttolaitoksille käyttövarmempi. Laadunhallintaketjun alkuun sijoittuva, puujätteen tuottajan lajitteluneuvonta on myös hyvä kehityskohde. Puujätteen toimittajan täsmällinen lajittelu helpottaa työvaiheita jätekeskuksella ja olisi hyvä suorittaa jo syntypaikallaan ohjaamalla jätteen tuottajia poistamaan hyötyjätteistä selkeät epäpuhtaudet. Puujätteen lajittelu ja sen ohjaaminen syntypaikallaan kohdistuu erityisesti kohteisiin, joissa puujätettä syntyy rakenteiden purkamisesta ja ne toimitetaan jätekeskukselle raskaalla kalustolla.

Jatkoa ajatellen kierrätyspolttoaineluokkaan sijoitettavan puumateriaalin määrän voidaan ennakoida vähenevän, sillä puun pintakäsittelyaineet haitta-aineineen ovat nykyisin jo melko ympäristöystävällisiä ja uudehkot pintakäsitellyt puutuotteet siten soveltuvia biopolttoainemateriaaleiksi. Käsitellyn puujätteen laatuluokitus ja sen mu-

kaiset lajitteluongelmat rajoittuvat tulevaisuudessa lähinnä iältään vanhempien puujättemateriaalien poistamiseen ja kyllästysuoja-aineilla käsitellyn puunjätteen tunnistamiseen.

Puujätteiden käsittely on tällä hetkellä vielä hoidettavissa murskaamalla ne energiantuotannon polttoaineiksi. Nykyisin kierrätyspuun käytöstä energian raaka-aineena saadaan suurin hyöty ja olemassa olevien kierrätyskanavien kautta puujätteiden uudelleen käyttö on vähintäänkin haastavaa. Tulevaisuus näyttää ohjaako EU:n kiristävät velvoitteet Suomen jätepoliittisia vaatimuksia suuntaan, jossa puujätteet olisi ensisijaisesti kierrätettävä ennen käyttöä energiantuotannossa. Tällöin käytöstä poistetun puun hyödyntämiselle olisi hyvä olla olemassa muita käyttökohteita. Toinen epäily liittyy myös EU:n kiristymiin velvoitteisiin, jossa puumateriaaleista käsittelyille hyötykäyttömateriaaleille tarvitaan jatkossa laadunhallintasuunnitelmat ja –kuvaukset. Odotettavissa voi olla ajat, jolloin puumurskeiden analysointi muuttuu pakolliseksi ja polttoainekäyttöön tarkoitettujen puumurskemateriaalien ohjaavat suositus-arvot tarviksi raja-arvoiksi.

Opinnäytetyön toteutus eteni aikataulussaan ja tilaajan kanssa suoritettut välipalaverit osoittivat, että puujätteen laadunhallinnan kuvaamiselle ja tuoteselosteille on jatkossa kysyntää. Insinöörityö onnistui annettuihin tavoitteisiin nähden hyvin ja sen edetessä saatiin luotua myös uusia ideoita toiminnalle. Kokonaisuutena projekti oli onnistunut ja vastasi tilaajan toiveita. Työhön liittyviä suunnanmuutoksia jouduttiin tekemään, kappaleen 9 ennakoituun sisältöön liittyen, koska tietyissä polttolaitoksista ei otettu kantaa aiheeseen, eikä yhteydenottopyyntöihin vastattu. Tilaajan tulevaisuuden haasteiksi jäivät puujätteiden laadunhallinnan tavoitteiden täyttäminen ja toiminnan kehittäminen. Laadunhallintamuutosten mukaiset uudistukset tulevat jatkossa muuttamaan todennäköisesti myös puujätteen vastaanottonimikkeitä ja sen mukaista hinnoittelua. Tehokkaasti toteutetulla puujätteiden lajittelulla ja puupolttoaineiden valmistuksella saadaan niin taloudellista, kuin ekologistakin hyötyä, mutta ennen kaikkea osoitetaan kuinka jätemateriaaleista voidaan hyötyä kokonaisvaltaisesti.

LÄHTEET

Alakangas, E. 2000. *Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia, tutkimusraportti*. VTT.

Alakangas, E. ja Wiik, C. 2008. *Käytöstä poistetun puun luokittelu ja hyvien käytäntöjen kuvaus*, tutkimusraportti, VTT.

Bioenergia [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.11.2011]. Saatavissa:
<http://www.finbioenergy.fi/default.asp?sivulD=9164>

Bioenergiaporssi [Verkkodokumentti]. [Viitattu 12.2.2012]. Saatavissa:
<http://www.bioenergiaporssi.fi/k%C3%A4sitteet-ja-laskurit/puu-polttoaineena>

Bioenergiatieto [Verkkodokumentti]. [Viitattu 9.3.2012]. Saatavissa:
http://www.bioenergiatieto.fi/default/www/etusivu/tietoa_bioenergiasta/energiaa_metsasta/

Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P. & Pakkanen, H. 2000. *Höyrykattilatekniikka*. Opetushallitus.

Jalovaara, J. Aho, J. ja Hietamäki, E. ja Hyytiä, H. 2003. *Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) 5-50 MW polttolaitoksissa Suomessa*. Suomen Ympäristökeskus.

Suomen ympäristökeskus. [Viitattu 16.2.2012]. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=3706&lan=fi>

Jasto Oy [Verkkodokumentti]. [Viitattu 28.1.2012]. Saatavissa:
<http://www.jasto.fi/dokumentit/LuomanPuutuote.pdf>

Jätekuikko Oy. 2010. *Vuosikertomus 2010* [Verkkodokumentti]. [Viitattu 8.1.2012]. Saatavissa:
http://www.jatekuikko.fi/www/fi/liitetiedostot/ohjeet_esitteet/vuosikertomus_2010.pdf

Jätekuikko Oy. 2006. *Ympäristölupapäätös* [Verkkodokumentti]. [Viitattu 4.3.2012]. Saatavissa:

http://www.jatekukko.fi/www/fi/liitetiedostot/kuopion_keskus/Kuopionjatekeskuksen_ympristlupa2006_julkinen.pdf

Jätelaki 646/2011. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 13.2.2012] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>

Laitinen, A. 2005. *Puuta polttavien 5-50 MW:n laitosten hiukkaspäästöistä ja niiden leviämisestä*, Tutkimusraportti. Mikkelin Kaupunki.

Kuusakoski Recycling [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.11.2011]. Saatavissa: <http://www.kuusakoski.fi/Yrityksille/Energia>

Motiva [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.11.2011]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/puuenergia

Metsäntutkimuslaitos. 2012. *Puun energiakäyttö* [Verkkodokumentti]. [Viitattu 25.1.2012]. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/laatu/puupolttoaine.htm>

Pirhonen, I., Herajärvi, H., Saukkola, P., Rätty, T. ja Verkasalo, E. 2011. *Puutuotteiden kierrätys*. Metsäntutkimuslaitos [Esiselvityshankkeen loppuraportti]

Savon Voima Oyj. 2001. *Bioenergiaohjelma* [Verkkodokumentti]. [Viitattu 28.3.2012]. Saatavissa: <http://www.savonvoima.fi/SiteCollectionDocuments/yksityisasiakkaat/SVLampoBioenergiaohjelma.pdf>

SFS- EN 14588. *Kiinteät biopolttoaineet. Terminologia, määritelmät ja kuvaukset*. 2011. Suomen Standardisoimisliitto [Suomalainen kansallinen standardi].

SFS- EN 14691- 1. *Kiinteät biopolttoaineet. Polttoaineen laatuvaatimukset ja -luokat. Osa 1: Yleiset vaatimukset*. 2010. Suomen Standardisoimisliitto [Suomalainen kansallinen standardi].

SFS- EN 15234. *Kiinteät biopolttoaineet. Polttoaineen laadunvarmistus. Osa 1: Yleiset vaatimukset*. 2011. Suomen Standardisoimisliitto [Suomalainen kansallinen standardi].

SFS- EN 15359. *Kiinteät kierrätyspolttoaineet. Vaatimukset ja luokat*. 2011. Suomen Standardisoimisliitto [Suomalainen kansallinen standardi].

Tilastokeskus. 2012. *Energian kokonaiskulutus* [Verkkodokumentti]. [Viitattu 22.1.2012]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/ekul/2010/ekul_2010_2011-12-13_kuv_001_fi.html

Valtioneuvoston asetus *jätteen polttamisesta* 362/2003. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 25.1.2012] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030362>

Ympäristöministeriö. *Euroopan Unionille uusi jätedirektiivi* [Verkkodokumentti]. 2008. [Viitattu 12.2.2012]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=304983&lan=fi>

Ympäristöministeriö. 2011a. *Jätepolitiikka Suomessa ja EU:ssa* [Verkkodokumentti]. [Viitattu 12.2.2012]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=608&lan=fi>

Ympäristöministeriö. 2011b. *Valtakunnallinen jätesuunnitelma* [Verkkodokumentti]. 2011. [Viitattu 12.2.2012]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=2655&lan=fi>

Ympäristöministeriö. *Jätealan lainsäädännön kokonaisuudistus*. 2011c. [Viitattu 13.2.2012]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=379277&lan=FI>

Ympäristönsuojelulaki 2000/86. Finlex. Lainsäädäntö. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086>

Venäläinen, Juha. Liiketoimintajohtaja. Savon Voima Oyj. Sähköpostihaastattelu 28.3.2012.

Kuvien ja lainauksien käyttöoikeudet ovat myöntäneet Jäte kukko Oy ja Suomen Standardisoimisliitto SFS.


LIITE 1

Puujätteen lajitteluohje laatuluokittain

	Puun alkuperä (SFS- EN 14961-1)	Laatuluokkaan lajiteltavia puujätteitä
Laatu A ja B [Biopolttoaine]	Laatu A <ul style="list-style-type: none"> • Luonnon- ja istutusmetsän puubiomassa • Kemiallisesti käsittelemättömän teollisuuden puutähte • Kemiallisesti käsittelemättömän käytöstä poistettu puu tai puutuote 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Raivauspuu (tonteilta poistettu, karsittu puusto) ➤ Käsittelemättömän, käytöstä poistettu saha- ja höylätavara ➤ Vanerituotannon käsittelemättömän puutähte, viilutähte ➤ Lämpökäsitelty puu ➤ Huonekaluteollisuuden massiivipuuta ➤ Käsittelemättömän rakennuspuuta
	Laatu B <ul style="list-style-type: none"> • Kemiallisesti käsitelty puutähte, kuitutähte ja rakennneosat • Kemiallisesti käsitelty puu tai puutuote 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Maalattu ja pohjamaalattu puutavara ➤ Pinnoitettu vaneri ➤ Levytuotannon ja jalostuksen sivutuotteet <ul style="list-style-type: none"> • lastu-, puukuitu- ja liimalevyt, sekä muut levytuotteet, kuten MDF- ja HDF- levyt ➤ Laminaattipinnoitteiset puutuotteet ➤ Kuormalavat ➤ Kaspelikelat ➤ Puupakkaukset ➤ Betonivalumuotit (puiset) ➤ Rakennuspuu (lajiteltu)
Laatu C [Kierrätyspolttoaine]	Laatu C <ul style="list-style-type: none"> • Puu, jonka pinnoitteissa tai puunsuoja-aineissa orgaanisia halogenoituja yhdisteitä tai raskasmetalleja (näitä yhdisteitä sisältäneinä vanhemmissa kemikaaleissa) • Puu, jonka alkuperän tai kemiallisen käsittelyn toteaminen on hankalaa 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Puumuovikomposiittituotteet ➤ Vanhojen rakenteiden purkupuu ➤ Vanhat, pintakäsitellyt puutuotteet, kuten huonekalut tai keittiökalusteet ➤ Lajittelematon rakennuspuu (pintakäsitelty) ➤ Puutuotteet, jotka sisältävät mekaanisia epäpuhtauksia, kuten muoveja, metalleja tai lasia, kuten ikkunankarmien eristeineen tai ovet ➤ Käsitelty puumateriaali, jonka alkuperää ei tunneta
Laatu D [Vaarallinen jätte]	Laatu D <ul style="list-style-type: none"> • Kyllästysuoja-aineilla käsitelty puujäte 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Paine-kyllästetty puu (C-, CC- & CCA- kyllästeet) <ul style="list-style-type: none"> • C= kupariyhdisteet • CC= kupari- ja kromi- yhdisteet • CCA= kupari-, kromi- ja arseeni- yhdisteet ➤ Suolakyllästetty puu (vihreä ja ruskea) ➤ Kreosoottikyllästetty puu, kuten vanhat ratapölkkyt ja puhelinpylväät ➤ Kestopuusta valmistetut rakenteet, kuten laiturit, puutarhakalusteet, terassipuut
Risut (Laatu A)		Puupurut (Laatu B)
<ul style="list-style-type: none"> • Luonnon- ja istutusmetsän puubiomassa • Maisemanhoidosta peräisin oleva puubiomassa 		<ul style="list-style-type: none"> • Kemiallisesti käsitelty puutähte, kuitutähte ja rakennneosat
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Puiden ja pensaiden risut, oksat sekä latvukset ➤ Tienvarsipuuta ja tonttien pienraivauspuut ➤ Puun kuori 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sahan- ja kutterinpuu ➤ Pakkaamaton eristepuu ➤ Hiontapöly


LIITE 2

Tuoteselostepohja kierrätyspuulle, kemiallisesti käsittelemättömän puumurske

TUOTESELOSTE			
Käsittelemättömän puumurskeen tuoteseloste (SFS EN 14961-1) Biopolttoaineen laadunvarmistus (SFS EN 15234-1)			
	Toimittaja		Jätekuikko Oy PL 2500, 70101 Kuopio Puh. 017 3680170 (Kuopion Jätekeskus)
	Alkuperä		Kemiallisesti käsittelemättömän teollisuuden puutähte Kemiallisesti käsittelemättömän käytöstä poistettu puu
	Jätteen syntypaikka		Suomi (Pohjois-Savo)
	Kauppanimike		Kierrätyspuu [315, Tilastokeskus]
	Kemiallisesti käsitelty materiaali		Kyllä [X] Ei [X]
	Toimitusmäärä (tarvittaessa) [t/kk]		
Veroitettava	Ominaisuudet	Ominaisuusluokka	Analyyssi-arvo
	Palakoko (mm)	P xx	
	Kosteuspitoisuus (p- % saapumistilassa)	M xx	
	Tuhkapitoisuus (p- % kuiva-aineessa)	A xx	
	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (MJ/kg)	-	
Opartavat	Typipitoisuus, N [m- % kuiva-aineesta]	N xx	
	Klooripitoisuus, Cl [m- % kuiva-aineesta]	Cl xx	
	Irtotiheys [kg/m³]		
<p>Tuotekuvaus: Kemiallisesti käsittelemättömät puut ja puutuotteet sekä kemiallisesti käsitellyt puutuotteet, jotka eivät sisällä raskasmetalleja tai orgaanisia halogenoituja yhdisteitä. Puubiomassa koostuu jätekeskukselle lajitellusta biopolttoaineeksi soveltuvasta puujätteestä, kuten käsittelemättömät puutuotteet, lajiteltu rakennustyömaapuu, raivauspuu, kuormalavat, puupakkaukset, puulevyt ja maalaamaton purkupuu.</p> 			
Kierrätyspuun laatu varmistettu laboratorioanalyysin viimeksi (pvm.)			
Paikka ja päivämäärä		Allekirjoitus	

LIITE 3

Tuoteselostepohja kierrätyspuulle, kemiallisesti käsitelty puumurske

TUOTESELOSTE			
Käsitellyn puumurskeen tuoteseloste (SFS EN 14961- 1) Biopolttoaineen laadunvarmistus (SFS EN 15234- 1)			
	Toimittaja		Jätekukko Oy PL 2500, 70101 Kuopio Puh. 017 3680170 (Kuopion Jätekeskus)
	Alkuperä		Kemiallisesti käsitelty puu tai puutuote Kemiallisesti käsitelty puunjalostusteollisuuden sivutuote tai tähde
	Jätteen syntypaikka		Suomi (Pohjois-Savo)
	Kauppanimike		Kierrätyspuu [315, Tilastokeskus]
	Kemiallisesti käsitelty materiaali		Kyllä [X] Ei []
	Toimitusmäärä (tarvittaessa) [t/kk]		
Vevoittava	Ominaisuudet	Ominaisuusluokka	Analysiarvo
	Palakoko (mm)	P xx	
	Kosteuspitoisuus (p- % saapumistilassa)	M xx	
	Tuhkapitoisuus (p- % kuiva-aineessa)	A xx	
	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (MJ/kg)	-	
Opastavat	Typipitoisuus, N [m- % kuiva-aineesta]	N xx	
	Klooripitoisuus, Cl [m- % kuiva-aineesta]	Cl xx	
	Irtotiheys [kg/m³]	-	
<p>Tuotekuvaus: Kemiallisesti käsitellyt puutuotteet, jotka eivät sisällä raskasmetalleja tai orgaanisia halogenoituja yhdisteitä. Puubiomassa koostuu jätekeskukselle lajitellusta biopolttoaineeksi soveltuvasta puujätteestä, kuten lajiteltu rakennustyömaapuu, pinnoitetut puulevyt ja puutuotteet, maalattu purkupuun sekä liimapuu. Puumurskeen laatua vahvistetaan säännöllisesti laboratorioanalyysin.</p> 			
Kierrätyspuun laatu varmistettu laboratorioanalyysin viimeksi (pvm.)			
Paikka ja päivämäärä		Allekirjoitus	


LIITE 4

Tuoteselostepohja metsätähdemurskeelle, risumurske

TUOTESELOSTE			
Risumurskeen tuoteseloste (SFS EN 14961-1) Biopolttoaineen laadunvarmistus (SFS EN 15234-1)			
	Toimittaja		Jätekukko Oy PL 2500, 70101 Kuopio Puh. 017 3680170 (Kuopion Jätekeskus)
	Alkuperä		Maisemanhoidosta, puistoista ja puutarhoista peräisin oleva puubiomassa.
	Jätteen syntypaikka		Suomi (Pohjois-Savo)
	Kauppanimike		Metsätähdemurske [3113, Tilastokeskus]
	Kemiallisesti käsitelty materiaali		Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input checked="" type="checkbox"/>
	Toimitusmäärä (tarvittaessa) [t/kk]		
Vevoittava	Ominaisuudet	Ominaisuusluokka	Analyyssi-arvo
	Palakoko (mm)	P xx	
	Kosteuspitoisuus (p- % saapumistilassa)	M xx	
	Tuhkapitoisuus (p- % kuiva-aineessa)	A xx	
	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (MJ/kg)	-	
Opastavat	Typipitoisuus, N [m- % kuiva-aineesta]	N xx	
	Klooripitoisuus, Cl [m- % kuiva-aineesta]	Cl xx	
	Irtotiheys [kg/m ³]	-	
<p>Tuotekuvaus: Kemiallisesti käsittelemätöntä, puhdasta luonnon puubiomassaa, joka on peräisin maisemanhoidosta, puistoista ja puutarhoista. Puubiomassa koostuu pääosin puiden ja pensaiden risuista, oksista ja latvuksista, tienvarsipuusta, tonttien raivauspuusta, puutarhajätteistä sekä puun kuoresta.</p> 			
Metsätähdemurskeen laatu varmistettu laboratorioanalyysin viimeksi (pvm.)			
Paikka ja päivämäärä		Allekirjoitus	

LIITE 5

Tuoteselostepohja kierrätyspolttoaineelle, kemiallisesti käsitelty puumurske

TUOTESELOSTE			
Käsitellyn puumurskeen tuoteseloste (SFS EN 15359)			
	Toimittaja		Jätekukko Oy PL 2500, 70101 Kuopio Puh. 017 3680170 (Kuopion Jätekeskus)
	Alkuperä		Kemiallisesti käsitelty puu tai puutuote Kemiallisesti käsitelty puunjalostusteollisuuden sivutuote tai tähde
	Jätteen syntypaikka		Suomi (Pohjois-Savo)
	Kauppanimike		Kierrätyspolttoaine [3231, Tilastokeskus]
	Kemiallisesti käsitelty materiaali		Kyllä [X] Ei []
	Toimitusmäärä (tarvittaessa) [t/kk]		
Ominaisuus tiedot	Ominaisuudet		Ominaisuusluokka
	Analyyssi-arvo		
	Palakoko (mm)		
	Kosteuspitoisuus (p- % saapumistilassa)		
	Tuhkapitoisuus (p- % kuiva-aineesta)		
	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (MJ/kg)		
	Irtotiheys [kg/m ³]		-
	Typpipitoisuus, N [m- % kuiva-aineesta]		
	Klooripitoisuus, Cl [m- % kuiva-aineesta]		
	Vety, H [m- % kuiva-aineesta]		
	Kalium, K [m- % kuiva-aineesta]		
	Natrium, Na [m- % kuiva-aineesta]		
	Alumiini (metallinen), Al [m- % kuiva-aineesta]		
	Arseeni, As [mg/kg kuiva-aineesta]		
	Elohopea, Hg [mg/kg kuiva-aineesta]		
	Kadmium, Cd [mg/kg kuiva-aineesta]		
	Kromi, Cr [mg/kg kuiva-aineesta]		
	Kupari, Cu [mg/kg kuiva-aineesta]		
	Lyijy, Pb [mg/kg kuiva-aineesta]		
	Rikki, S [m- % kuiva-aineesta]		
Sinkki, Zn [mg/kg kuiva-aineesta]			
Tuotekuvaus: Kemiallisesti käsitellyt puutuotteet, jotka sisältävät mahdollisesti raskasmetalleja tai orgaanisia halogenoituja yhdisteitä. Puubiomassa koostuu jätekeskukselle toimitetusta lajittelemattomasta purkupuusta, vanhoista pinoitetuista puutuotteista, mekaanisia epäpuhtauksia sisältävistä puutuotteista, puumuovikomposiiteista ja puutuotteista, joiden alkuperää ei ole voitu tunnistaa.			
Kierrätyspuun laatu varmistettu laboratorioanalyysin viimeksi (pvm.)			
Paikka ja päivämäärä		Allekirjoitus	

LIITE 6 (1/3)

Jätehuoltoyhtiöille lähetetty kysely puujätteiden hallinnasta



A. Yleistiedot

Jätehuoltoyhtiön tai jätteenkäsittelykeskuksen nimi: _____

Yhtiön toimipaikka: _____

Yhtiön toimialueen asukasmäärä: _____

Mahdollisten osakaskuntien lukumäärä yhtiön toimialueella: _____

B. Vastaanotetun puujätteen kokonaismäärä: _____ t/a

C. Vastaanotetun puujätteen määrä lajiteltuina osuuksina:

Käsittelemätön puujäte, ns. puhdas puu: _____ t/a

Käsitelty puujäte: _____ t/a

Kyllästetty puujäte: _____ t/a

D. Jätekeskukselta hyötykäyttöön toimitetun puumateriaalin kokonaismäärä: _____ t/a

E. Vastaanotetun puujätteen määrän kehitys viimeisen kolmen (3) vuoden aikana?

a. Määrä noussut ()

b. Määrä laskenut ()

c. Määrä pysynyt samalla tasolla ()

F. Millä eri nimikkeillä (hinnaston mukaiset nimikkeet puujätteelle) jätekeskuksella vastaanotetaan puuperäisiä jättemateriaaleja?

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

G. Mikä on puujättemateriaalien lajitteluperuste?

LIITE 6 (2/3)



H. Tarkistetaanko puujätekuorma ennen purkamista alueelleen?

- a. Kyllä () Ei ()

Millä keinoin puujätekuorman sisältö ja laatu tarkistetaan?

I. Onko puujätteen purkualueella?

- a. selkeät opasteet eri puujäteluokille ()
 b. henkilökuntaa ohjaamassa materiaalit oikeille alueille ()
 c. kaikki puujätteet sijoitettuna keskitetysti samalle alueelle ()
 d. mahdollisuus tarvittaessa lajitella puujäte uudestaan lajitteluvirheiden paljastuessa ()
 e. päällystetty maanpinta ()
 f. vastaanottosiilot tai – varastot ()
 g. valmistauduttu tulipaloriskiin eristämällä alueita toisistaan ()

J. Kuinka kauan puujätettä välikvarastoidaan purkualueellaan ennen käsittelyä tai mahdollista hyötykäyttöä (arvio)? _____ kk

K. Miten puujätteitä hyödynnetään?

- a. _____
 b. _____
 c. _____
 d. _____
 e. _____

L. Energialaitosten käyttöön toimitettavat puujätteet käsitellään polttoaineiksi...

- a. Jätekeskuksella ()
 b. Puujäte siirtokuormataan sellaisenaan käsiteltäväksi energiantuottajalle tai jatkokäsittelyn suorittavalle toiminnanharjoittajalle ()

M. Puujätteistä käsitellään polttoainekäyttöön...

- a. Biopolttoaineita ()
 b. Kierrätyspolttoaineita ()

N. Millä kaupanimikkeillä puupolttoaineita markkinoidaan eteenpäin?

- a. _____
 b. _____
 c. _____
 d. _____

LIITE 6 (3/3)



O. Jos puujätteen murskaus tai haketus suoritetaan jätteenkäsittelykeskuksella, valvotaanko puuhakkeiden tai puumurskeen laatua säännöllisesti laboratorioanalyysin?

- a. Kyllä ()
Kuinka usein valvonta-analyysit suoritetaan? _____ kertaa/ vuosi
- b. Ei ()

P. Puupolttoaineet toimitetaan käytettäväksi

- a. Alueelliselle voimalaitokselle ()
b. Paikalliselle lämpölaitokselle ()
c. Teollisuuden energiantuotantoon ()
d. Jätteenpolttolaitokselle ()
e. Toiminnanharjoittajalle, joka välittää puupolttoaineita energialaitosten käyttöön ()
f. Muu käyttökohde, jota ei edellä mainittu () Mikä: _____

Q. Koetteko puujätteistä tuotetun polttoaineen eteenpäin markkinoinnin haasteelliseksi?

- a. Kyllä ()
b. Ei ()

R. Miten puuperäisiä jätteitä hyödynnetään jätekeskuksen omassa toiminnassa?

S. Kyselyn pohjalta heränneitä ajatuksia tai muuta huomautettavaa puujätteiden hallintaan liittyen:

Kyselystä saatujen tietojen käyttöön ja julkaisuun liittyen valitkaa alla olevista haluamanne vaihtoehto:

Annettuja tietoja saa käyttää (Sisältyen: yhtiön nimi, toimipaikka ja kyselyn vastausmallit) vertailuesimerkkinä insinööriyössä julkaistavassa kappaleosiossa "Puujätteiden hallinta ja käsittely eri jätehuolto-yhtiöiden välillä". ()

Annettuja tietoja saa käyttää (Mainitsematta yhtiön nimeä ja toimipaikkaa tai toimialuetta) vertailuesimerkkinä insinööriyössä julkaistavassa kappaleosiossa "Puujätteiden hallinta ja käsittely eri jätehuolto-yhtiöiden välillä". ()

Muuta huomiotavaa: _____

LIITE 7 (1/3)

Puujätteen hallinnan vertailun yhteenveto kyselyn vastauksista

Kysely puujätteen käsittelystä ja hallinnasta eri jätehuolto-yhtiöissä

Jätehuolto-yhtiö (Nimettöminä)	Vastaanotettu puumäärä yht.	Käsitlemätön puujäte (%)	Käsitelty puujäte (%)	Kyllästetty puujäte (%)	Puujätteistä tuotetaan	Polttoaineiden laboratorioanalyysit
A	1650 t/a	39	52	9	Biopolttoaineita Kierrätyspolttoaineita	Ei suoriteta
B	-	-	-	-	Kierrätyspolttoaineita	2 x vuodessa
C	725 t/a	0	95	5	Kierrätyspolttoaineita	Ei suoriteta
D	17800 t/a	4	90	6	Kierrätyspolttoaineita	Ei suoriteta
E	1581 t/a	11	75	14	(Ei ilmoitettu)	Suoritetaan "harvoin"
F	1178 t/a	(96)		4	Kierrätyspolttoaineita	(Ei ilmoitettu)
G	10000- 15000 t/a	20	75	5	Kierrätyspolttoaineita	1 x vuodessa
H	1431 t/a	65	20	15	Kierrätyspolttoaineita	Ei suoriteta
I	13900 t/a	(98)		2	Biopolttoaineita	12 x vuodessa
J	1786 t/a	14	74	12	Kierrätyspolttoaineita	Ei suoriteta
K	1821 t/a	4	85	11	Biopolttoaineita	(Ei ilmoitettu)
L	1600 t/a	-	-	-	Biopolttoaineita	2 x vuodessa
M	929 t/a	36	54	10	Kierrätyspolttoaineita	Ei suoriteta

Puujätteen vastaanottonimikkeitä kyselyyn vastanneissa yhtiöissä ovat:

Käsitlemätön puujäte	Käsitelty puujäte	Kyllästetty puujäte
Haketuskelppoinen puujäte Puhdas puu Kierrätyspuu Käsitlemätön puu Puu	Energiajäte(käsitelty puu) Rakennuspuu Purkupuu Puujäte & puulevyt Murskattava puujäte Käsitelty puu Puu, pinnoitettu Puu- ja puulevyjäte Epäpuhdas puu Puupohjainen jäte Puujäte(kaikki samaan, pl. kyllästetty)	Kyllästetty puu Kyllästetty puu, sis. metalleja Kestopuu Painekyllästetty puu Kestopuujäte
Kaikissa, risut omana luokkana nimikkeellä "Risut", "Risujäte" ja "Risut ja oksat"		
Kaikissa, joissa vastaanotettiin kantoja, olivat omana luokkana nimikkeellä "Kannot"		

LIITE 7 (2/3)

Lajitteluperusteiksi ilmoitettiin kyselyssä mm.:

- Puun puhtausaste
- Puun syntypaikka ja laatu
- Lajitellaan puujätteet sekaisin, pl. kyllästetty puu (tämä otettu muutamilla juuri käyttöön)
- Maalattu/ lakattu puu ja puupohjaiset rakennusmateriaalit energiajätteeksi
- Sahatavara puujätteeseen(myös käsitelty) ja puulevyt erikseen
- Puhdas, käsitelty ja kyllästetty puu erikseen
- Polttokelpoisuus
- Kannot ja risut erikseen kaikissa yhtiöissä, joissa vastaanotettiin

Kuormien tarkastuksiin käytettiin erilaisia menettelyjä ja kyselyyn vastanneista yhtä lukuun ottamatta kaikki yhtiöt ilmoittivat tarkastavansa kuormat vastaanottovaiheessa. Tapoja kuormien tarkastukseen ovat mm.:

- Silmämääräisesti
- Koneellinen lajittelu
- Luotetaan tiettyihin toimittajiin, joiden kuormia ei tarvitse tarkistaa
- Ensin silmämääräisesti, alueella tarkemmin uudestaan
- Kuorman tarkastus purkamisen jälkeen ja siirto kasoihin
- Videokuva punnituksen yhteydessä
- Kuormantarkastajat erikseen

Puujätteen hyötykäyttöön oli yhtiöillä selkeä ja samansuuntainen näkemys. sillä puujätteet hyödynnettiin käsittelyn jälkeen:

- Kierrätyspolttoaineena energiantuotantoon
- Biopolttoaineena energiantuotantoon
- Kompostointiin & kompostoinnin hajuyksiköihin
- Poltettavan jätteen peittomateriaaliksi (tilapäinen)
- Maisemointiin

Koetaanko puupolttoaineiden markkinointi toiminnanharjoittajille haasteelliseksi?

- Kyllä: 2/13
- Ei: 8/13
- Ajoittain: 3/13

- Sesonkien ulkopuolella puuhakkeen/ - murskeen menekki joskus heikko

LIITE 7 (3/3)**Puujätteiden purkualueilla puujätteitä kontrolloidaan mm.**

- Opasteet alueelle ja eri puujäteluokille: 13/13
- Henkilökunta ohjaamassa lajittelua: 9/13
- Kaikki puujätteet sijoitettuna samalle alueelle: 8/13
- Mahdollisuus korjata lajitteluvirheet koneellisesti jälkikäteen: 13/13
- Puujätteet sijoitettuna päällystetylle pinnoitteelle: 13/13
- Puujätteille omat vastaanottosiilot tai – varastot: 4/13
- Puujätekasat eristetty toisistaan, mm. tulipaloriskin välttämiseksi: 7/13

Puujätteitä välivarastoidaan (vastaanotto - käsittely) purkualueellaan keskimäärin:

- 2 kk, 0-3 kk, 1 kk, 2-3 kk, 6 kk, 4 kk, 0-2 kk, 3 kk, 6-12 kk, 0-4 kk
 - Risujätteitä pyritään yleisesti ottaen kuivaamaan tavallista puujätettä kauemmin, jotta lehtivihreän osuus saadaan "tapettua" eloperäisestä biomassasta.

Puujätteen käsittely polttoaineeksi toteutetaan pääsääntöisesti jätteenkäsittelykeskuksella, jossa puujätteet sijaitsevat ja vain kahdessa, kyselyyn vastanneessa kohteessa puujätteet siirtokuormattiin muualle käsiteltäväksi.

- Puujätteet murskataan/ haketetaan jätteenkäsittely keskuksella: 11/13
- Puujätteet siirtokuormataan muualle käsiteltäväksi: 2/13

Puujätteistä valmistettuja puupolttoaineita markkinoidaan eteenpäin seuraavilla kauppanimikkeillä:

- Kierrätyspuu
- Murskattu puujäte
- Hake
- Haketettu puu ja levyjäte
- Puhdas puuhake
- Murskattu puhdas puujäte
- Kierrätyspuuhake
- Purkupuumurske [Tilastokeskus, 3232]
- Risut
- Metsätähdemurske

Puupolttoaineet toimitetaan käyttökohteisiin, joita ovat:

- Toiminnanharjoittaja, joka välittää puuhakkeet/ - murskeet eteenpäin: 9/13
 - Esim. Stena Recycling Oy, Kuusakoski Oy jne...
- Teollisuuden energiantuotantoon: 2/13
- Alueelliselle voimalaitokselle: 3/13
- Paikalliselle lämpölaitokselle: 1/13
- Muu käyttökohde: 1/13
- Kolmessa jätehuoltoyhtiössä puupolttoaineita välitettiin eteenpäin useammalle kuin yhdelle käyttökohteelle

LIITE 8

Kiinteiden biopolttoaineiden luokittelu, SFS- EN 14691- 1

Taulukko 1 Kiinteiden biopolttoaineiden luokittelu alkuperän ja raaka-ainelähteiden mukaan

1. Puubiomassa	1.1 Luonnon- ja istutus- metsän puubiomassa sekä muu luonnonpuu	1.1.1 Kokopuu (ei sisällä juuria)	1.1.1.1 Lehtipuu
			1.1.1.2 Havupuu
			1.1.1.3 Lyhytkiertoinen vesakko
			1.1.1.4 Pensaikko
			1.1.1.5 Sekoitukset ja seokset
		1.1.2 Kokopuu juurineen	1.1.2.1 Lehtipuu
			1.1.2.2 Havupuu
			1.1.2.3 Lyhytkiertoinen vesakko
			1.1.2.4 Pensaikko
			1.1.2.5 Sekoitukset ja seokset
		1.1.3 Runkopuu/ranka	1.1.3.1 Lehtipuu
			1.1.3.2 Havupuu
			1.1.3.3 Sekoitukset ja seokset
		1.1.4 Hakkuutahteet	1.1.4.1 Tuore/vihreä, lehtipuu (lehdet mukaan lukien)
			1.1.4.2 Tuore/vihreä, havupuu (neulas mukaan lukien)
			1.1.4.3 Varastoitu, lehtipuu
			1.1.4.4 Varastoitu, havupuu
			1.1.4.5 Sekoitukset ja seokset
	1.1.5 Kannot/juuret	1.1.5.1 Lehtipuu	
		1.1.5.2 Havupuu	
		1.1.5.3 Lyhytkiertoinen vesakko	
		1.1.5.4 Pensaikko	
		1.1.5.5 Sekoitukset ja seokset	
	1.1.6 Kuori (metsänhoitotoimenpiteistä) ^a		
	1.1.7 Puutarhoista, puistoista, tienvarsien kunnossapidosta, viiniviljelmiltä ja hedelmätarhoista korjattu sekalainen puu		
	1.1.8 Sekoitukset ja seokset		
	1.2 Puunjalostusteollisuuden sivutuotteet ja tähteet	1.2.1 Kemiallisesti käsittelemätön puutähdde	1.2.1.1 Kuoreton puu, Lehtipuu
			1.2.1.2 Kuoreton puu, Havupuu
			1.2.1.3 Kuorellinen, Lehtipuu
			1.2.1.4 Kuorellinen, Havupuu
			1.2.1.5 Kuori (teollisuustoiminnasta) ^a
		1.2.2 Kemiallisesti käsitelty puutähdde, kuidut ja puuaines	1.2.2.1 Kuoreton puu
			1.2.2.2 Kuorellinen
			1.2.2.3 Kuori (from industry operations) ^a
			1.2.2.4 Kuidut ja puuaines
		1.2.3 Sekoitukset ja seokset	
1.3 Käytöstä poistettu puu tai puutuote	1.3.1 Kemiallisesti käsittelemätön puu	1.3.1.1 Kuoreton puu	
		1.3.1.2 Kuorellinen	
		1.3.1.3 Kuori ^a	
	1.3.2 Kemiallisesti käsitelty puu	1.3.2.1 Kuoreton puu	
		1.3.2.2 Kuorellinen	
		1.3.2.3 Kuori ^a	
	1.3.3 Sekoitukset ja seokset		
1.4 Sekoitukset ja seokset			

^a Konkreettisesti on sisällytetty kuoren alaryhmiin.

^a Korkeijäte on sisällytetty kuoren alaryhmiin.

HUOM. 1 Purkupuu on varmuuden vuoksi jätetty pois tämän eurooppalaisen standardin soveltamisalasta. Purkupuu on "käytöstä poistettu puu, jota syntyy purettaessa rakennuksia tai tie- ja vesirakennustyön rakennelmia (prEN 14568).

HUOM. 2 Myös lajin nimi voidaan ilmoittaa (esim. kuusi, vehnä), mikäli se on tarkoituksenmukaista. Puulajien nimet voidaan ilmoittaa standardin EN 13556 "Pyöreä puu ja sahateara Euroopassa käytettävien puulajien nimikkeistö" mukaisesti.

HUOM. 3 Kemiallisesti käsiteltyä, joka on tehty ennen biomassan korjuuta, ei tarvitse ilmoittaa. Mikäli toimija polttoaineen toimitusketjun missä tahansa vaiheessa epäilee maa-aineksien vakavaa saastumista (esim. hiilikuonakasat) tai jos kasvin istutuksen tarkoituksena on nimenomaan ollut kemikaalien talteenotto tai lannoitukseen on käytetty jätvesilietettä (jätevedenpuhdistamoita tai kemiallisesta prosessista), polttoaine tulisi analysoida mahdollisten kemiallisten epäpuhtauksien – kuten halogenoituiden orgaanisten yhdisteiden tai raskasmetallien – tunnistamiseksi.

LIITE 9

Puumurskeen laatuluokat, SFS-EN 14961- 1

Taulukko 6 Puumurskeen laatuluokat

Velvoittavat	Päätaulukko	
	Alkuperä: Kohdan 6.1 ja taulukon 1 mukaan.	Puubiomassa (1)
	Kaupanimike	Puumurske
	Mitat (mm) CEN/TS 15149-1, CEN/TS 15149-2	
		Pääfraktio (vähintään 75 p-%), mm ^a
	P16	3,15 < P < 16 mm
	P45	3,15 < P < 45 mm
	P63	3,15 < P < 63 mm
	P100	3,15 < P < 100 mm
	P125	3,15 < P < 125 mm
	P200	3,15 < P < 200 mm
	P300	3,15 < P < 300 mm
	Karkea fraktio, % painosta (palan suurin pituus, mm) ^b	
	Hienoaines (< 3,15 mm, % painosta) CEN/TS 15149-2	

F06	< 6 %
F10	< 10 %
F12	< 12 %
F15	< 15 %
F20	< 20 %
F25	< 25 %

Kosteus, M (p-% saapumistilassa) EN 14774-1, EN 14774-2	
M10	≤ 10 %
M15	≤ 15 %
M20	≤ 20 %
M25	≤ 25 %
M30	≤ 30 %
M35	≤ 35 %
M40	≤ 40 %
M45	≤ 45 %
M50	≤ 50 %
M55	≤ 55 %
M55+	> 55 % (suurin arvo ilmoitettava)

Tuhka, A (p-% kuiva-aineesta) EN 14775	
A0,5	≤ 0,5 %
A0,7	≤ 0,7 %
A1,0	≤ 1,0 %
A1,5	≤ 1,5 %
A2,0	≤ 2,0 %
A3,0	≤ 3,0 %
A5,0	≤ 5,0 %
A7,0	≤ 7,0 %
A10,0	≤ 10,0 %
A10,0+	> 10,0 % (suurin arvo ilmoitettava)

Tehollinen lämpöarvo, Q (MJ/kg saapumistilassa) tai energiasisältö, E (kWh/irto-m ³) EN 14918	
Pienin arvo ilmoitettava	

Velvoittavat/opastavat	Typpi, N (p-% kuiva-aineesta) CEN/TS 15104	
	N0,3	≤ 0,3 %
	N0,5	≤ 0,5 %
	N1,0	≤ 1,0 %
	N2,0	≤ 2,0 %
	N3,0	≤ 3,0 %
	N3,0+	> 3,0 % (suurin arvo ilmoitettava)
	Kloori, Cl (p-% kuiva-aineesta) CEN/TS 15289	
	Cl0,02	≤ 0,02 %
	Cl0,03	≤ 0,03 %
Opastavat	Cl0,07	≤ 0,07 %
	Cl0,10	≤ 0,10 %
	Cl0,10+	> 0,10 % (suurin arvo ilmoitettava)
	Irtotiheys (BD) saapumistilassa (kg/m ³) EN 15103	
	BD150	> 150
	BD200	> 200
	BD250	> 250
	BD300	> 300
	BD350	> 350
	BD400	> 400
	BD450	> 450
	BD450+	> 450 (pienin arvo ilmoitettava)
	Tuhkansulamiskäyttyminen (°C) CEN/TS 15370-1	
	Muodonmuutoslämpötila, DT ilmoitettava	

^a Palakoon arvot (P-luokka) viittaavat seulojen pyöreisiin siimäkokoihin, jonka läpisee vähintään 75 p-% aluksesta (CEN/TS 15149-1).

^b Yliisuurten kappaleiden poikkileikkauspinta-ala on P16 < 1 cm², P45, < 5 cm² ja P63 < 10 cm² ja P100 < 18 cm².

HUOM. 7 Erityistä huomiota on kiinnitettävä joidenkin biomassojen tuhkansulamiskäyttämiseen, esimerkiksi eukalyptus, poppeli ja nopeakasvuiset puulajit.

